

Achim Marinescu

Probleme de chimie

pentru licee şi admitere în învăţămîntul superior

Editura didactică şi pedagogică – Bucureşti, 1971





Achim Marinescu

Probleme de chimie

pentru licee şi admitere în învăţămîntul superior

Ediţia a doua



Editura didactică şi pedagogică – Bucureşti, 1971

PREFAȚĂ LA EDIȚIA ÎNTÎI

Am căutat să dau acestei lucrări o formă şi un conţinut cît mai apropiat de nivelul cerinţelor învăţămîntului nostru actual. Ea a fost întocmită în conformitate cu programele de chimie pentru clasele de liceu.

Lucrarea conţine probleme de chimie care să permită elevilor să-şi completeze cunoştinţele prin studiu individual; în acest scop problemele sînt rezolvate integral. Rezolvarea dată poate fi luată ca model, ca un îndrumător şi mijloc de control al studiului.

Pentru ca elevii să capete o mai mare deprindere in soluţionarea diferitelor probleme de chimie şi pentru a-i ajuta să însuşească calculele chimice, soluţiile sînt expuse amănunţit.

Lucrarea prezintă numeroase probleme cu un grad de dificultate mai ridicat şi poate fi utilă candidaţilor la admiterea în învăţămîntul superior la facultăţile unde se prevede în concurs o probă de chimie, precum şi studenţilor anilor I ai facultăţilor cu profil nechimic, la care se predă un curs de chimie generală.

februarie 1970 AUTORUL

PREFAȚĂ LA EDIȚIA A DOUA

În această ediție s-au păstrat toate problemele din prima ediție, la care s-au adăugat un număr important de probleme cu rezultate, dar fără rezolvarea integrală. S-au verificat din nou calculele și s-au mai dat cîteva exemple.

S-a avut în vedere ca rezolvarea problemelor de către elevi să contribuie atît la adîncirea gîndirii lor științifice, cît și la stabilirea mai temeinică a legăturii cu practica.

martie 1971

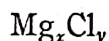
AUTORUL

I. Valența elementelor

1. *Magneziul dă cu clorul un compus format din 25,5% magneziu și 74,5% clor*. Ce valență are magneziul în acest compus?*

$$Mg = 24^{**} \qquad Cl = 35,5$$

Formula compusului considerat este



$$Mg_xCl_y$$

x și y fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este deci:

Magneziu: $24\,x$
Clor: $35,5\,y$

Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală.

$$\frac{24x}{25,5} = \frac{35,5y}{74,5}$$

Rezultînd o ecuație cu două necunoscute, din infinitatea de soluții, vom alege pe aceea obținută dînd arbitrar lui x valoarea 1, valoarea lui y este:

$$y = \frac{24 \cdot 74,5}{25,5 \cdot 35,5} \approx 2$$

Formula cea mai simplă a compusului considerat este $MgCl_2$; clorul fiind monovalent, rezultă că magneziul este bivalent.

2. *Cuprul formează cu oxigenul doi compuși: unul roșu care conține 88,82% cupru și 11,18% oxigen, iar altul negru cu compoziția 77,90% cupru și 20,10% oxigen. Să se stabilească valența cuprului în cei doi oxizi*

$$Cu = 63,5 \qquad O = 16$$

Formulele compușilor considerați sînt:



$$Cu_vO_x \quad \text{și} \quad Cu_yO_z$$

* Dacă nu se indică altfel, procentele reprezintă procente de masă.
** Pentru masele atomice ale elementelor s-au folosit valori rotunjite.

v, x, y şi z fiind numere întregi. Compoziţia moleculară a primului compus este:

Cupru: 63,5 v

Oxigen: 16 x

iar a celui de-al doilea:

Cupru: 63,5 y

Oxigen: 16 z

Scriind proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală rezultă:

$$\frac{63{,}5v}{88{,}82} = \frac{16x}{11{,}18}$$

Dînd lui v valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru x este:

$$x = \frac{63{,}5 \cdot 11{,}18}{88{,}82 \cdot 16} \approx 0{,}5$$

Cum v şi x sînt numere întregi, multiplicînd cu 2 rezultă: $v = 2$ şi $x = 1$

Procedăm analog şi pentru determinarea lui y şi z

$$\frac{63{,}5y}{77{,}90} = \frac{16z}{20{,}10}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este:

$$z = \frac{63{,}5 \cdot 20{,}10}{77{,}9 \cdot 16} \approx 1$$

Formulele atribuite oxizilor de cupru sînt Cu_2O şi CuO; oxigenul fiind bivalent, cuprul este monovalent în oxidul roşu şi bivalent în cel negru.

3. *Cunoscînd valenţele elementelor, să se stabilească formula oxidului de calciu.*

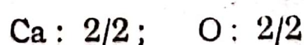
Scriem unul lîngă altul simbolul calciului şi al oxigenului, iar dedesubtul lor valenţele respective



Ca O

2 2

Cel mai mic multiplu comun al acestor valenţe este 2. Împărţind cel mai mic multiplu comun prin valenţe aflăm indicii care trebuie afectaţi simbolurilor elementelor



Ca: 2/2; O: 2/2

Formula oxidului de calciu este deci:



CaO.

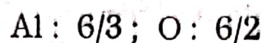
4. *Cunoscînd valenţele elementelor, stabiliţi formula oxidului de aluminiu.*

Scriem unul lîngă altul simbolul aluminiului şi al oxigenului, iar dedesubtul lor valenţele respective.



Al	O
3	2

Cel mai mic multiplu comun al acestor valenţe este 6. Împărţind cel mai mic multiplu comun prin valenţe aflăm indicii care trebuie afectaţi simbolurilor elementelor:



Al : 6/3 ; O : 6/2

Formula oxidului de aluminiu este deci:



Al_2O_3

5. *Carbonul dă cu oxigenul un compus format din 27,3% carbon şi 72,7% oxigen. Ce valenţă are carbonul în acest compus?*

Răspuns: tetravalent

6. *Sulful formează cu oxigenul doi compuşi: unul conţine 50% sulf şi 50% oxigen, iar celălalt 40% sulf şi 60% oxigen. Care este valenţa sulfului în aceşti compuşi?*

Răspuns: tetravalent şi hexavalent

7. *Fosforul dă cu oxigenul doi compuşi: unul conţine 56,3% fosfor şi 43,7% oxigen, iar al doilea 43,6% fosfor şi 56,4% oxigen. Ce valenţă are fosforul în aceşti compuşi?*

Răspuns: trivalent şi pentavalent

8. *Mercurul formează cu clorul doi compuşi: unul conţine 85% mercur şi 15% clor, iar celălalt 73,3% mercur şi 26,1% clor. Ce valenţă are mercurul în aceşti compuşi?*

Răspuns: monovalent şi bivalent

9. *Cunoscînd valenţa elementelor să se stabilească formulele chimice ale compuşilor oxigenului cu sodiu, calciu, aluminiu.*

Răspuns: Na_2O ; CaO ; Al_2O_3

10. *Stabiliţi formulele chimice ale compuşilor sulfului cu arsenul, argintul şi zincul, cunoscînd valenţele elementelor.*

Răspuns: As_2S_3 ; As_2S_5 ; Ag_2S ; ZnS

11. *Să se stabilească formulele cele mai simple ale oxizilor de fier, ştiind că analiza acestor oxizi arată că ei conţin 77,7%, 72,4% şi 70,0% fier.*

Răspuns: FeO ; Fe_3O_4 ; Fe_2O_3

II. Ecuaţii chimice

12 *Să se determine coeficienţii* a, b, x, y *ai ecuaţiei chimice:*



$$a\,HCl + b\,Zn \rightarrow x\,ZnCl_2 + y\,H_2$$

Stabilim relaţiile algebrice, pe baza legii conservării masei, pentru fiecare element.

Considerăm atomii de hidrogen care intervin în reacţie; aceşti atomi sînt daţi de HCl şi se regăsesc în molecula de hidrogen. O moleculă de HCl aduce un atom de H, a molecule de HCl aduc a atomi de H. O moleculă H_2 conţine 2 atom de H, y molecule conţin $2y$ atomi H. Rezultă relaţia:

$$a = 2y \qquad (1)$$

Să ne referim la atomii de Cl care intervin în reacţie; aceşti atomi sînt daţi de HCl şi se regăsesc în $ZnCl_2$. O moleculă de HCl aduce un atom de Cl, a molecule HCl aduc a atomi de Cl. O moleculă $ZnCl_2$ conţine 2 atomi de Cl, x molecule conţin $2x$ atomi de Cl. Avem deci relaţia:

$$a = 2x \qquad (2)$$

Referindu-ne la atomii de Zn, printr-un raţionament analog rezultă ecuaţia

$$b = x \qquad (3)$$

Rezolvăm sistemul format din trei ecuaţii cu patru necunoscute:

$$a = 2y$$
$$a = 2x$$
$$b = x$$

Dînd uneia din necunoscute o anumită valoare arbitrară, de exemplu $b = 1$ se obţine:

$b = 1$; $y = 1$; $x = 1$; $a = 2$.

Putem deci scrie:



$$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

13 *Determinaţi coeficienţii* a, b, x, y, z *ai ecuaţiei chimice:*



$$a\,H_2SO_4 + b\,Cu \rightarrow x\,CuSO_4 + y\,H_2O + z\,SO_2$$

Pe baza legii conservării masei stabilim relaţiile algebrice:

$$2a = 2y \qquad (1)$$
$$a = x + z \qquad (2)$$
$$4a = 4x + y + 2z \qquad (3)$$
$$b = x \qquad (4)$$

Din relaţiile (1), (2) şi (3) rezultă:

$$a = 2x \qquad (5)$$

iar din relaţiile (2) şi (5):

$$x = z \qquad (6)$$

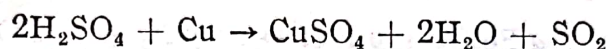
În final se obţine:

$$a = y = 2x = 2b = 2z$$

Făcînd $z = 1$; rezultă;

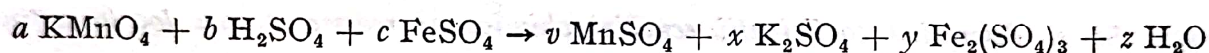
$$z = 1; \quad b = 1; \quad x = 1; \quad y = 2; \quad a = 2.$$

Deci putem scrie:



$$2H_2SO_4 + Cu \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$$

14. *Să se determine coeficienţii* a, b, c, v, x, y, z *ai ecuaţiei chimice:*



$$a\,KMnO_4 + b\,H_2SO_4 + c\,FeSO_4 \rightarrow v\,MnSO_4 + x\,K_2SO_4 + y\,Fe_2(SO_4)_3 + z\,H_2O$$

Se obţin pe baza legii conservării masei următoarele relaţii:

$$a = 2x \qquad (1)$$

$$a = v \qquad (2)$$

$$4a + 4b + 4c = 4v + 4x + 12y + z \qquad (3)$$

$$2b = 2z \qquad (4)$$

$$b + c = v + x + 3y \qquad (5)$$

$$c = 2y \qquad (6)$$

Din relaţiile (1) şi (2) reiese.

$$2x = v \qquad (7)$$

Din relaţiile (3) şi (5):

$$4a = z \qquad (8)$$

Din relaţiile (4) şi (8):

$$b = 4a \qquad (9)$$

Din relaţiile (1), (2), (3), (6), (8) şi (9) obţinem:

$$2y = 5a \qquad (10)$$

Iar din relațiile (6) și (10):

$$c = 5a$$

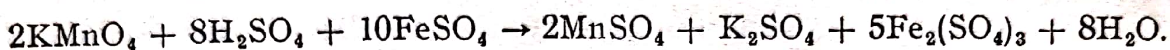
Se obține în final.

$$4c = 5b = 5z = 8y = 20a = 20v = 40x$$

Făcînd $x = 1$ rezultă:

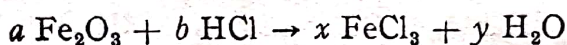
$$x = 1; \quad v = 2; \quad a = 2; \quad y = 5; \quad z = 8; \quad b = 8; \quad c = 10.$$

Putem deci scrie:



$$2KMnO_4 + 8H_2SO_4 + 10FeSO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O.$$

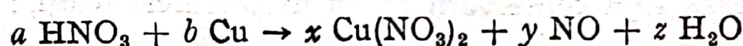
15. *Determinați coeficienții* a, b, x, y *ai ecuației chimice:*



$$a\ Fe_2O_3 + b\ HCl \rightarrow x\ FeCl_3 + y\ H_2O$$

Răspuns: 1, 6, 2, 3

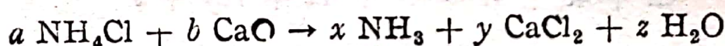
16. *Să se determine coeficienții ecuației chimice ai reacției ce are loc la acțiunea acidului azotic asupra cuprului:*



$$a\ HNO_3 + b\ Cu \rightarrow x\ Cu(NO_3)_2 + y\ NO + z\ H_2O$$

Răspuns: 8, 3, 3, 2, 4

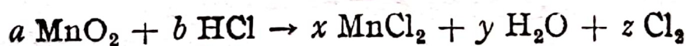
17. *Determinați coeficienții* a, b, x, y, z *ai ecuației chimice:*



$$a\ NH_4Cl + b\ CaO \rightarrow x\ NH_3 + y\ CaCl_2 + z\ H_2O$$

Răspuns: 2, 1, 2, 1, 1

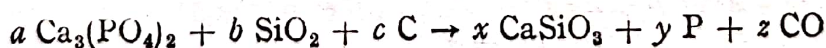
18. *Să se determine coeficienții* a, b, x, y, z *ai ecuației:*



$$a\ MnO_2 + b\ HCl \rightarrow x\ MnCl_2 + y\ H_2O + z\ Cl_2$$

Răspuns: 1, 4, 1, 2, 1

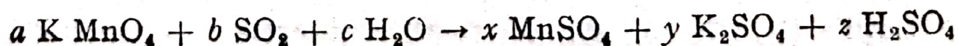
19. *Să se afle valoarea coeficienților* a, b, c, x, y, z *ai ecuației chimice:*



$$a\ Ca_3(PO_4)_2 + b\ SiO_2 + c\ C \rightarrow x\ CaSiO_3 + y\ P + z\ CO$$

Răspuns: 1, 3, 5, 3, 2, 5

20. *Determinați coeficienții* a, b, c, x, y, z *ai ecuației chimice:*



$$a\ KMnO_4 + b\ SO_2 + c\ H_2O \rightarrow x\ MnSO_4 + y\ K_2SO_4 + z\ H_2SO_4$$

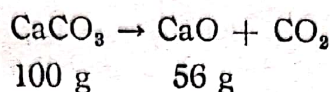
Răspuns: 2, 5, 2, 2, 1, 2

III. Legile combinaţiilor chimice

21. *Să se calculeze masa de oxid de calciu obţinută prin calcinarea unei tone de calcar care conţine 98% carbonat de calciu.*

$$C = 12 \qquad O = 16 \qquad Ca = 40$$

Are loc reacţia:



$$\underset{100\ g}{CaCO_3} \rightarrow \underset{56\ g}{CaO} + CO_2$$

1 tonă de calcar conţine:

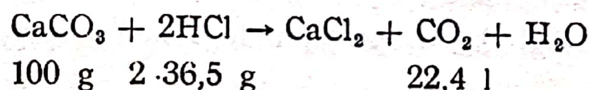
$$\frac{1\,000 \quad 98}{100} = 980\ kg\ CaCO_3$$

Din ecuaţia reacţiei reiese că din 1 mol (100 g) $CaCO_3$ se obţine prin calcinare 1 mol (56 g) CaO. Din 980 kg $CaCO_3$ vor rezulta:

$$\frac{980 \cdot 56}{100} = 548{,}8\ kg\ CaO$$

22. *Se tratează cu acid clorhidric în exces 150 g carbonat de calciu. Să se determine:*
a) volumul de gaz, măsurat în condiţii normale, ce se poate obţine,
b) masa de soluţie acid clorhidric 36% necesară pentru descompunerea întregii cantităţi de carbonat.

Scriem ecuaţia reacţiei:



$$\underset{100\ g}{CaCO_3} + \underset{2 \cdot 36{,}5\ g}{2HCl} \rightarrow CaCl_2 + \underset{22{,}4\ l}{CO_2} + H_2O$$

a) Din ecuaţia reacţiei rezultă că reacţionînd 1 mol (100 g) $CaCO_3$ cu HCl se obţine 1 mol (22,4 l) CO_2. Participînd la reacţie 150 g $CaCO_3$ volumul de CO_2 obţinut, măsurat în condiţii normale, este:

$$\frac{150 \quad 22{,}4}{100} = 33{,}6\ l\ CO_2$$

b) Cum 1 mol (100 g) $CaCO_3$ reacţionează cu 2 moli (2·36,5 g) HCl, masa HCl care intră în reacţie cu 150 g $CaCO_3$ va fi:

$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 36{,}5}{100} = 109{,}5\ g\ HCl$$

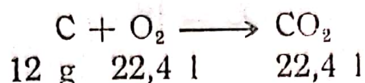
Ţinînd seama că se foloseşte HCl de concentraţie 36%, cantitatea de soluţie necesară este:

$$\frac{100 \cdot 109{,}5}{36} = 304\ g\ soluţie\ HCl\ 36\%$$

23. *Într-un vas conținînd 10 l oxigen, la presiunea normală, ardem carbon. Să se determine:*

a) volumele de bioxid de carbon formate, la presiunea 760 mm Hg și la presiunea de 740 mm Hg, temperatura rămînînd constantă;

b) masa de carbonat de calciu care se obține dacă se introduce apă de var în vas.



$$\begin{array}{ccc} C + O_2 & \longrightarrow & CO_2 \\ 12\ g \quad 22{,}4\ l & & 22{,}4\ l \end{array}$$

a) Se observă, din ecuația reacției, că pentru obținerea a 1 mol (22,4 l) CO_2 este necesar 1 mol (22,4 l) O_2 și deci, în condiții normale (0°C și 760 mm Hg), volumul CO_2 obținut este egal cu volumul de O_2:

$$V = 10\ l\ CO_2$$

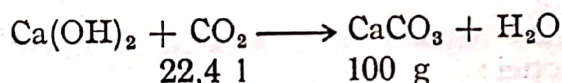
La presiunea de 740 mm Hg, volumul CO_2 se obține folosind formula care exprimă legea Boyle-Mariotte, deoarece temperatura este constantă:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \text{ de unde } V_1 = \frac{p_2V_2}{p_1}$$

Înlocuind rezultă:

$$V_1 = \frac{760 \cdot 10}{740} = 10{,}27\ l\ CO_2$$

b) Din ecuația reacției:



$$\begin{array}{ccc} Ca(OH)_2 + CO_2 & \longrightarrow & CaCO_3 + H_2O \\ 22{,}4\ l & & 100\ g \end{array}$$

rezultă că la 1 mol (22,4 l) CO_2 corespunde 1 mol (100 g) $CaCO_3$. Reacționînd 10 l CO_2 se obține:

$$\frac{10 \cdot 100}{22{,}4} = 44{,}6\ g\ CaCO_3$$

24. *Se ard 100 cm³ metan, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Să se calculeze:*

a) volumul de oxigen necesar arderii;

b) volumul și masa bioxidului de carbon rezultat.

Scriem ecuația de ardere a metanului:



$$\begin{array}{ccc} CH_4 + 2\ O_2 & \longrightarrow & CO_2 + 2H_2O \\ 1\ vol. \quad 2\ vol. & & 1\ vol. \end{array}$$

Această ecuație arată că pentru arderea unui volum de metan, trebuie un volum dublu de oxigen și că volumul bioxidului de carbon produs este egal cu volumul metanului.

a) Volumul de oxigen necesar pentru arderea completă a 100 cm^3 de metan este:

$$V_1 = 200 \ cm^3 \ O_2$$

b) Volumul bioxidului de carbon rezultat prin ardere:

$$V_2 = 100 \ cm^3 \ CO_2$$

Pentru a afla masa de CO_2 rezultat ținem seama că masa moleculară a unei substanțe gazoase este numeric egală cu masa, exprimată în grame a 22,4 l de gaz măsurat la 0°C și 1 atm. Cum 1 mol (44 g) CO_2 în condiții normale ocupă volumul de $22{,}4 \ l = 22{,}4 \cdot 10^3 \ cm^3$, cei 100 cm^3 CO_2 au masa:

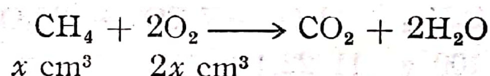
$$\frac{100 \cdot 44}{22{,}4 \cdot 10^3} = 0{,}1964 \ g$$

25. *Se ard 120 cm^3 dintr-un amestec de metan și hidrogen, măsurați în condiții normale. Această combustie necesită 180 cm^3 de oxigen. Să se determine:*

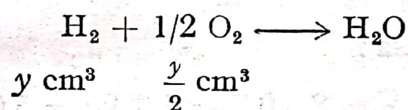
a) compoziția în volume a amestecului;

b) masa de apă care se formează.

a) Scriem ecuațiile de ardere ale metanului și hidrogenului și indicăm volumele:



$$\underset{x \ cm^3}{CH_4} + \underset{2x \ cm^3}{2O_2} \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$



$$\underset{y \ cm^3}{H_2} + \underset{\frac{y}{2} \ cm^3}{1/2 \ O_2} \longrightarrow H_2O$$

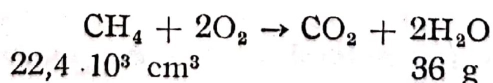
Aceste ecuații ne arată că pentru a arde x cm^3 de metan sînt necesari $2x$ cm^3 de oxigen, iar pentru arderea a y cm^3 de hidrogen trebuiesc $\frac{y}{2}$ cm^3 de oxigen. Rezultă sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} x + y = 120 \\ 2x + \frac{y}{2} = 180 \end{cases}$$

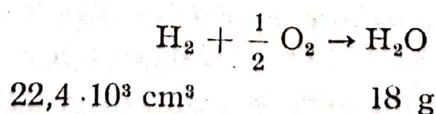
De unde $x = 80 \ cm^3$, și $y = 40 \ cm^3$.

Amestecul de gaze conține 80 cm^3 de metan și 40 cm^3 de hidrogen.

b) Scriem din nou ecuațiile de ardere, indicînd volumele moleculare ale metanului și hidrogenului și masa apei formate:



$$\underset{22{,}4 \cdot 10^3 \ cm^3}{CH_4} + 2O_2 \rightarrow CO_2 + \underset{36 \ g}{2H_2O}$$



$$\underset{22{,}4 \cdot 10^3 \ cm^3}{H_2} + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow \underset{18 \ g}{H_2O}$$

Din prima ecuație rezultă că prin combustia a $22,4 \cdot 10^3$ cm³ CH_4 se obțin 36 g H_2O. Masa apei formată prin combustia a 80 cm³ CH_4 este:

$$\frac{80 \cdot 36}{22,4 \cdot 10^3} = 0,1284 \text{ g } H_2O$$

Din ecuația a doua obținem în mod analog masa de apă formată prin combustia a 40 cm³ de hidrogen:

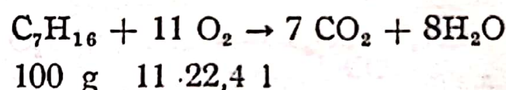
$$\frac{40 \cdot 18}{22,4 \cdot 10^3} = 0,032 \text{ g } H_2O$$

Masa de apă obținută prin arderea amestecului gazos va fi:

$$0,1284 + 0,032 = 0,1604 \text{ g}$$

26. *Motorul unui automobil consumă 8 litri de benzină pentru un parcurs de 100 km. Să admitem că benzina este formată exclusiv din heptan* C_7H_{16}, *cu densitatea 0,7g/cm³.*
Să se determine volumul de aer, măsurat în condiții normale, care a fost admis în carburator, știind că acesta dă amestecul de benzină și aer pentru puterea maximă.

Scriem ecuația de ardere a heptanului:



$$C_7H_{16} + 11\ O_2 \rightarrow 7\ CO_2 + 8H_2O$$
$$100 \text{ g} \quad 11 \cdot 22,4 \text{ l}$$

8 litri de heptan au masa:

$$m = V \cdot \rho = 8 \cdot 0,7 = 5,6 \text{ kg} = 5\,600 \text{ g}.$$

Din ecuația reacției se vede că pentru arderea a 1 mol (100 g) heptan sînt necesari 11 moli ($11 \cdot 22,4$ l) O_2. Volumul de oxigen care intră în reacție pentru arderea completă a 5 600 g de heptan este:

$$\frac{5\,600 \cdot 11 \cdot 22,4}{100} = 13\,798,4 \text{ l} \sim 13,8 \text{ m}^3\ O_2$$

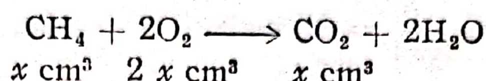
Aerul conținînd 1/5 din volumul său O_2, volumul de aer care conține acest oxigen este:

$$13\,798,4 \cdot 5 = 68\,992 \text{ l} = 68,992 \text{ m}^3 \sim 69 \text{ m}^3 \text{ aer.}$$

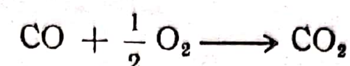
Pentru a avea amestecul de benzină și aer de putere maximă sînt necesari deci: 68,992 m³ aer.

27. *În condiții normale de temperatură și presiune, un amestec de metan, oxigen și oxid de carbon ocupă 1 100 cm³. Se produce o scînteie electrică. După condensarea apei și întoarcerea la condițiile normale se obțin 525 cm³ de amestec gazos format din 400 cm³ bioxid de carbon și 125 cm³ oxigen, care a fost în exces. Să se determine compoziția în volume a amestecului inițial.*

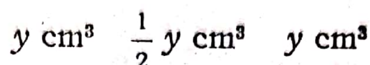
Scriem separat ecuațiile de ardere ale metanului și oxidului de carbon:



$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$x\ cm^3 \quad 2\,x\ cm^3 \quad x\ cm^3$$



$$CO + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO_2$$



$$y\ cm^3 \quad \frac{1}{2}y\ cm^3 \quad y\ cm^3$$

Notăm cu x și y (în cm^3) volumele respective de metan și oxid de carbon conținute în amestec.

Volumul bioxidului de carbon produs prin ardere fiind 400 cm^3 se obține prima ecuație:

$$x + y = 400 \qquad (1)$$

Deoarece rămîn 125 cm^3 de oxigen, suma volumelor metanului, oxidului de carbon și oxigenului consumați în reacție este:

$$1\,100 - 125 = 975\ cm^3$$

Deci:

$$\underset{\text{volume de metan}}{x} + \underset{\text{volume de CO}}{y} + \underset{\text{volume de oxigen}}{\left(2x + \frac{y}{2}\right)} = 975$$

sau

$$3x + \frac{3y}{2} = 975 \qquad (2)$$

Rezolvînd sistemul format din ecuațiile (1) și (2) se obține:

$$x = 250 \qquad y = 150$$

În volume, compoziția amestecului inițial este deci:

Metan: 250 cm^3;
Oxid de carbon: 150 cm^3.
Oxigen: $1\,100 - (250 + 150) = 700\ cm^3$.

28. *Un gaz provenind prin dislitarea huilei are următoarea compoziție procentuală: 56% hidrogen, 33,6% metan, 8,96% oxid de carbon, 1,44% bioxid de carbon.*

Se cere:

a) Cîți moli din fiecare constituent conține 1 m^3 de amestec?

b) Volumul de aer necesar arderii a 1 m^3 de amestec.

a) Un metru cub de gaz conţine:

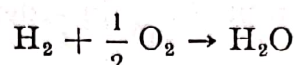
560 dm³ hidrogen sau $\frac{560}{22,4} = 25$ moli de hidrogen.

336 dm³ de metan sau $\frac{336}{22,4} = 15$ moli de metan

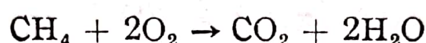
89,6 dm³ de oxid de carbon sau $\frac{89,6}{22,4} = 4$ moli de oxid de carbon

14,4 dm³ bioxid de carbon sau $\frac{14,4}{22,4} = 0,64$ moli de bioxid de carbon.

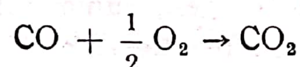
b) Scriem ecuaţiile de ardere ale hidrogenului, metanului şi oxidului de carbon (bioxidul de carbon nu este combustibil).



$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$$



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$



$$CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$$

După aceste ecuaţii:

— combustia a 25 moli de hidrogen necesită 12,5 moli de oxigen;
— combustia a 15 moli de metan necesită 30 moli de oxigen,
— combustia a 4 moli de oxid de carbon necesită 2 moli de oxigen.

Combustia a 1 m³ de amestec gazos necesită deci:

$$12,5 + 30 + 2 = 44,5 \text{ moli de oxigen.}$$

Acest oxigen ocupă în condiţii normale volumul:

$$22,4 \quad 44,5 = 996,8 \text{ litri}$$

Cum aerul conţine 1/5 din volumul său oxigen, volumul de aer necesar combustiei a 1 m³ de gaz este:

$$V = 996,8 \cdot 5 = 4\,984 \text{ litri} \approx 5 \text{ m}^3$$

29. *Care sînt formulele cele mai simple atribuite clorurilor de cupru ştiind că analiza acestora arată că ele conţin 64,2% şi 47,2% cupru şi 35,8% respectiv 52,8% clor?*

Cu = 63,5 Cl = 35,5

Formulele clorurilor de cupru vor fi de forma: $Cu_v Cl_x$ şi $Cu_y Cl_z$ unde v, x, y şi z sînt numere întregi. Compoziţia moleculară a primului compus este:

Cupru: $63,5\,v$
Clor: $35,5\,x$

iar a celui de-al doilea compus:

Cupru: $63{,}5\,y$
Clor: $35{,}5\,z$

a) Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și cea procentuală

$$\frac{63{,}5v}{64{,}2} = \frac{35{,}5x}{35{,}8}.$$

Luăm arbitrar pentru v valoarea 1, valoarea corespunzătoare pentru x este:

$$x = \frac{63{,}5 \cdot 35{,}8}{64{,}2 \cdot 35{,}5} \approx 1.$$

b) Procedăm analog și pentru determinarea indicilor y și z.

$$\frac{63{,}5y}{47{,}2} = \frac{35{,}5z}{52{,}8}.$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este:

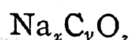
$$z = \frac{63{,}5 \cdot 52{,}8}{41{,}2 \cdot 35{,}5} \approx 2.$$

Formulele cele mai simple atribuite clorurilor de cupru sînt CuCl și $CuCl_2$.

30. *Să se stabilească formula chimică a compusului care conține 43,4% sodiu, 11,3% carbon și 45,3% oxigen.*

Na = 23 C = 12 O = 16.

Formula va fi de forma:



$$Na_xC_yO_z$$

unde indicii x, y, z sînt numere întregi. Compoziția moleculară este:

Sodiu: $23\,x$
Carbon: $12\,y$
Oxigen: $16\,z$

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă

$$\frac{23x}{43{,}4} = \frac{12y}{11{,}3} = \frac{16z}{45{,}3}.$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1, valorile corespunzătoare pentru y și z sînt:

$$y = \frac{23 \cdot 11{,}3}{43{,}4 \cdot 12} \approx 0{,}5; \qquad z = \frac{23 \cdot 45{,}3}{43{,}4 \cdot 16} \approx 1{,}5.$$

Cum *x*, *y* şi *z* sînt numere întregi, multiplicînd cu 2 rezultă:

$$x = 2; \qquad y = 1; \qquad z = 3.$$

Formula va fi: Na_2CO_3

31. *Să se calculeze masa clorurii de sodiu necesară pentru a prepara 12,5 kg acid clorhidric 32%, dacă pierderile reprezintă 4%.*

Răspuns: 6,679 kg NaCl

32. *Se tratează 300 g marmură, ce conţine 96% carbonat de calciu, cu acid clorhidric în exces. Să se determine:*
a) volumul bioxidului de carbon obţinut, măsurat la 0° şi 1 atm;
b) masa acidului clorhidric care a participat la reacţie.

Răspuns: a) 64,5 l CO_2; *b)* 210,24 g HCl

33. *Se arde sulf în oxigenul obţinut prin descompunerea termică a 30 g clorat de potasiu. Să se calculeze:*
a) cantitatea maximă de sulf care poate să ardă în acest oxigen;
b) masa compusului chimic rezultat.

Răspuns: a) 11,7 g S; *b)* 23,4 g SO_2

34. *Se ard 10 l de acetilenă, măsuraţi în condiţii normale de temperatură şi presiune. Să se determine:*
a) volumul de aer necesar arderii,
b) masa şi volumul bioxidului de carbon, măsurat la 0° şi 1 atm, care rezultă din reacţie.

Răspuns: a) 119,05 l aer; *b)* 39,2 g CO_2; 20 l CO_2

35. *Se ard 100 cm³ dintr-un amestec de metan, hidrogen şi oxid de carbon. Această combustie necesită 125 cm³ de oxigen şi rezultă 75 cm³ de bioxid de carbon, măsuraţi în condiţii normale. Să se determine:*
a) compoziţia în volume a amestecului,
b) masa de apă care se formează

Răspuns: a) 50 cm³ CH_4; 25 cm³ H_2; 25 cm³ CO; *b)* 0,1 g H_2O

36. *Ce volum de aer, măsurat în condiţii normale, este necesar combustiei complete a 100 cm³ de benzen cu densitatea $\rho = 0{,}88$ g/cm³?*

Răspuns: 902,5 l aer

37. *În condiţii normale de temperatură şi presiune un amestec de metan, etilenă şi hidrogen ocupă un volum de 40 cm³. Se adaugă 190 cm³ oxigen, măsurat la 0° şi 1 atm şi se produce o scînteie electrică. După condensarea apei şi întoar-*



cerea la condiții normale se obțin 155 cm³ amestec gazos format din 103 cm³ oxigen, care a fost în exces, și 52 cm³ bioxid de carbon. Să se determine compoziția în volume a amestecului inițial.

Răspuns: 8 cm³ CH_4; 22 cm³ C_2H_4; 10 cm³ H_2

38. *Se introduc într-un eudiometru 70 cm³ dintr-un amestec format din 40 cm³ gaz de apă și 30 cm³ oxigen. Se produce o scînteie electrică. După condensarea vaporilor de apă rămîn în eudiometru 31 cm³ de gaz care după tratare cu hidroxid de potasiu se reduc la 11 cm³. Care este compoziția în volume a gazului de apă?*

Răspuns: 50% H_2; 45% CO; 5% CO_2

39. *Un gaz provenind prin distilarea uscată a cărbunilor de pămînt are compoziția procentuală în volume: hidrogen 50%, metan 21%, oxid de carbon 20%, bioxid de carbon 5%, azot 4%. Să se determine:*
a) cîți moli din fiecare constituent conține 1 m³ de amestec;
b) volumul de aer necesar arderii a 1 m³ de amestec.

Răspuns: a) 22,32 moli H_2; 9,37 moli CH_4; 8,92 moli CO 2,23 moli CO_2, 1,8 moli N_2; *b)* 1,65 m³ aer

40. *Care este formula cea mai simplă atribuită clorurii de calciu, dacă analiza arată că ea conține 63,9% clor?*

Răspuns: $CaCl_2$

41. *Să se stabilească formula compusului chimic care conține: 52,14% zinc, 9,58% carbon și 32,28% oxigen.*

Răspuns: Zn CO_3

IV. Legile gazelor

42. *Un cilindru de oțel de 20 l conține oxigen la presiunea de 120 atm. Se consumă oxigen și la sfîrșitul operației se constată că presiunea a scăzut la 80 atm. Să se calculeze cantitatea de oxigen consumată considerînd că temperatura s-a menținut constantă* (0 °C).

Inițial, oxigenul ocupă volumul $V_1 = 20$ l la presiunea $p_1 = 120$ atm. Calculăm volumul V pe care l-ar ocupa gazul la presiunea $p = 1$ atm, folosind formula care exprimă legea Boyle-Mariotte:

$$pV = p_1V_1 \text{ de unde } V = \frac{p_1V_1}{p}.$$

Înlocuind rezultă

$$V = \frac{120 \cdot 20}{1} = 2\,400 \text{ l.}$$

După operație, oxigenul rămas în recipient ocupă volumul $V_2 = V_1 = 20$ l, la presiunea $p_2 = 80$ atm, care măsurat la presiunea $p = 1$ atm reprezintă:

$$V' = \frac{p_2 V_2}{p} = \frac{20 \cdot 80}{1} = 1\,600 \text{ l.}$$

S-au consumat:

$$V - V' = 2\,400 - 1\,600 = 800 \text{ l } O_2$$

măsurați în condiții normale.

Cum, în condiții normale, 22,4 l O_2 au masa 32 g, cei 800 l O_2 corespund la:

$$\frac{800 \cdot 32}{22{,}4} = 1\,142 \text{ g.}$$

Cantitatea de oxigen consumată este deci: 1,142 kg O_2.

43. *O masă de hidrogen ocupă un volum de 400 cm³ la 27°C. Ce volum va ocupa, aceeași cantitate de gaz la 45°C dacă presiunea rămîne neschimbată?*

Folosim formula care exprimă legea Gay-Lussac:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

Cum volumul inițial este $V_0 = 400$ cm³, $\alpha = \frac{1}{273}$ grd^{-1} și $t = 45° - 27°$ rezultă:

$$V = 400\left(1 + \frac{45 - 27}{273}\right) = 424 \text{ cm}^3.$$

44. *La ce temperatură volumul unui gaz aflat inițial la 0°C își mărește volumul cu 40%, presiunea rămînînd constantă?*

Din formula:

$$V = V_0\ (1 + \alpha t) \text{ obținem}$$

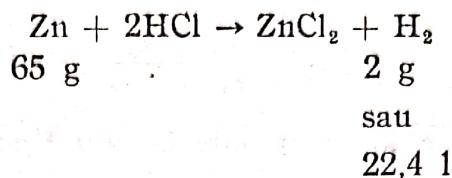
$$t = \frac{V - V_0}{V_0 \alpha}.$$

Ținînd seama că $V = \frac{140}{100} V_0$ rezultă

$$t = \frac{140\,V_0 - 100\,V_0}{100 \cdot V_0\,\alpha} = \frac{273 \cdot 40}{100} = 109{,}2°.$$

45. *Ce volum de hidrogen se poate obține la 25°C și sub presiunea de 755 mm Hg, lăsînd să acționeze asupra a 40 g de zinc, acid clorhidric în exces?*

Scriem reacția



$$\underset{65\ g}{Zn} + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + \underset{\substack{2\ g \\ \text{sau} \\ 22{,}4\ l}}{H_2}$$

Reacția ne arată că în condiții normale (la 0°C și 760 mm Hg) din 65 g de zinc se obțin 22,4 l de hidrogen. În aceleași condiții 40 g de zinc vor da $\frac{22{,}4 \cdot 40}{65}$ l H_2.

Aplicăm legea gazelor:

$$pV = p_0V_0(1 + \alpha t) = \frac{p_0V_0}{273}(273 + t) = \frac{p_0V_0}{273}T.$$

T este temperatura absolută, care se exprimă în grade Kelvin.

În cazul problemei $T = t + 273 = 25 + 273 = 298$°K.

Se obține:

$$V = \frac{p_0 \cdot V_0 \cdot T}{p \cdot 273} = \frac{760 \cdot 22{,}4 \cdot 40 \cdot 298}{755 \cdot 65 \cdot 273} = 14{,}7 \text{ litri.}$$

46. *Se dau 3 g de apă la 0°C. Se vaporizează la 160° sub 14 atmosfere. Să se calculeze volumul ocupat de aceste 3 g de vapori, admițînd o comportare de gaz ideal.*

Din formula care dă ecuația de stare a gazelor:

$$pV = \frac{m}{M}RT \text{ rezultă:}$$

$$V = \frac{mRT}{Mp}$$

unde $m = 3$ g, $M = 18$, $R = 0{,}082 \frac{1 \cdot \text{atm}}{\text{grad} \cdot \text{mol}}$, $T = 273 + 160$, iar $p = 14$ atm.

$$V = \frac{3 \cdot 0{,}082 \cdot 433}{18 \cdot 14} = 0{,}42 \text{ l.}$$

47. *Peste cupru încălzit la roșu se trec 4,60 g dintr-un compus oxigenat al azotului. Se culege într-o eprubetă un volum de 1 230 cm³ de azot măsurat la 15°C, nivelul apei din eprubetă fiind cu 5 cm deasupra nivelului apei din cuvă. Presiunea atmosferică în momentul măsurării era de 750 mm Hg, tensiunea vaporilor saturanți de apă la 15°C este 12,7 mm Hg, iar densitatea mercurului 13,6 g/cm³.*

a) Care este compoziția procentuală a amestecului?

b) Ce formulă are compusul azotului folosit?

a) Volumul V_0 al azotului cules în condiţii normale se obţine din ecuaţia gazelor:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t) \quad \text{de unde:}$$

$$V_0 = V \frac{p}{p_0} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t}.$$

Presiunea de 5 cm de apă corespunde în mm Hg:

$$\frac{50}{13,6} = 3,7 \text{ mm Hg.}$$

Presiunea exercitată asupra azotului în eprubetă este:

$$p = 750 - (3,7 + 12,7) = 733,6 \text{ mm Hg}$$

deci

$$V_0 = 1\,230 \cdot \frac{733,6}{760} \cdot \frac{273}{288} = 1\,125 \text{ cm}^3$$

Ştiind că 28 g de azot ocupă volumul 22 400 cm³ în condiţii normale, masa celor 1 125 cm³ de azot cules este:

$$\frac{28 \cdot 1\,125}{22\,400} = 1,406 \text{ g}$$

şi rezultă că 4,6 g de substanţă conţine deci:

1,406 g azot şi 3,194 g oxigen.

De unde:

$$N\% = \frac{1,406 \cdot 100}{4,6} = 30,6 \quad \text{şi} \quad O\% = \frac{3,194 \cdot 100}{4,6} = 69,4.$$

b) Fie N_xO_y formula compusului, x şi y fiind numere întregi. Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi compoziţia procentuală:

$$\frac{14x}{30,6} = \frac{16y}{69,4}.$$

Făcînd arbitrar $x = 1$, valoarea corespunzătoare lui y este:

$$y = \frac{14 \cdot 69,4}{30,6 \cdot 16} = 1,98 \approx 2.$$

Din analiză rezultă deci că formula cea mai simplă a compusului este



NO_2

48. *Ce volum, în litri, ocupă un gram de azot (masa moleculară 28), la presiunea de 380 mm Hg şi temperatura 27°C?*

Din ecuaţia de stare a gazelor:

$$pV = \frac{m}{M} RT \text{ obţinem } V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot p}$$

$$R = 0{,}082 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{grad} \cdot \text{mol}}.$$

Transformăm presiunea p, din mm Hg în atmosfere:

$$p = \frac{380}{760} \text{ atm} = 0{,}5 \text{ atm}$$

şi temperatura în grade absolute:

$$T = t + 273 = 300\,°\text{K}$$

Rezultă:

$$V = \frac{1 \cdot 0{,}082 \cdot 300}{28 \cdot 0.5} = 1{,}75 \text{ l}$$

49. *Un balon de sticlă al cărui volum la temperatura de 0° este de 5 l închide oxigen la temperatura de 25° şi presiunea de 765 mm Hg. Să se determine masa oxigenului din acest balon ştiind că coeficientul de dilatare cubică al sticlei este $\gamma = 0{,}000026$ grad^{-1} şi că densitatea relativă a oxigenului este $d = 1{,}1056$.*

Volumul balonului de sticlă la temperatura de 25° este:

$$V = V_0 (1 + \gamma t); \qquad V = 5000 \ (1 + 25 \cdot 26 \cdot 10^{-6}) = 5003{,}25 \text{ cm}^3$$

Din formula:

$$d = \frac{\rho}{\rho_{aer}} \text{ deducem } \rho = \rho_{aer} \cdot d$$

Cum densitatea aerului uscat, în condiţii normale, este 1,293 g/l = = 0,001293 g/cm³, rezultă că densitatea oxigenului la 0°C şi presiunea 760 mm Hg este

$$\rho = 0{,}001293 \cdot d.$$

Obţinem densitatea oxigenului la temperatura de 25° şi presiunea 765 mm Hg, folosind formula:

$$\rho = 0{,}001293 \cdot d \frac{p_t}{p_0} \frac{1}{1 + \alpha t}.$$

Înlocuind obţinem:

$$\rho = 0{,}001293 \cdot 1{,}1056 \cdot \frac{765}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{25}{273}} = 0{,}001318 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 1{,}31 \text{ g/l}$$

Masa oxigenului conţinut în balon va fi:

$$m = V \quad \rho = 5003{,}25 \quad 0{,}001318 = 6{,}59 \text{ g}$$

50. *Să se calculeze masa moleculară a amoniacului, cunoscînd că densitatea vaporilor săi, în condiţii normale, este 0,759 g/l.*

Ştim că densitatea este:

$$\rho = \frac{m}{V} \cdot$$

Dacă luăm masa m egală cu masa unui mol M, iar volumul egal cu volumul molar, V, densitatea este:

$$\rho = \frac{M}{V} \cdot$$

Cunoscînd densitatea în condiţii normale şi ştiind că volumul molar este 22,4 l, se calculează masa unui mol astfel:

$$M = V \cdot \rho = 22{,}4 \cdot 0{,}759 = 17.$$

51. *Să se determine numărul de moli de bioxid de carbon care se găsesc într-un balon de 100 l la 12°C şi 2,5 atm.*

Scriem ecuaţia de stare a gazelor sub forma:

$$p \cdot V = nRT.$$

Numărul n de moli cuprins în volumul V de gaz se obţine:

$$n = \frac{pV}{RT}\text{; deci:}$$

$$n = \frac{2{,}5 \cdot 100}{0{,}082 \cdot 285} = 10{,}7 \text{ moli}$$

52. *Ştiind că numărul lui Avogadro are valoarea $N = 6{,}023 \cdot 10^{23}$ mol^{-1} şi că sarcina electrică a unui electron este $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ coulombi, să se calculeze sarcina unui mol de electroni.*

Un mol de electroni conţine un număr de electroni egal cu numărul lui Avogadro. Cum sarcina unui electron este $1{,}602 \cdot 10^{-19}$ coulombi, sarcina unui mol de electroni va fi:

$$6{,}023 \quad 10^{23} \quad 1{,}602 \cdot 10^{-19} = 9{,}6488 \quad 10^{4} \text{ coulombi.}$$

53. *Într-un tub electronic presiunea este 10^{-6} mm Hg. Cîte molecule de gaz se găsesc într-un cm^3 din interiorul acestui tub?*

Presiunea pe care un gaz o exercită pe pereţii vasului în care se găseşte se datoreşte ciocnirilor moleculelor gazului de aceşti pereţi şi este proporţională cu

numărul acestor ciocniri. Numărul ciocnirilor este, la rîndul lui, proporţional cu numărul moleculelor din unitatea de volum.

Se cunoaşte că un mol de orice gaz ideal ocupă, în condiţii normale, un volum $V = 22,4\ l = 22,4 \cdot 10^3\ cm^3$ (de fapt orice gaz se comportă ca un gaz ideal dacă temperatura este suficient de înaltă şi presiunea suficient de joasă). Numărul de molecule dintr-un mol de gaz, la 0 °C şi la 1 atm este $N = 6,023 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$

Numărul de molecule dintr-un cm^3 de gaz la presiunea de 760 mm Hg este:

$$\frac{N}{V} = \frac{6,023 \cdot 10^{23}}{22,4 \cdot 10^3} = 2,69 \cdot 10^{19} \text{ (numărul lui Loschmidt).}$$

La presiunea de 10^{-6} mm Hg într-un cm^3 de gaz se vor găsi:

$$\frac{2,69 \cdot 10^{19} \cdot 10^{-6}}{760} = 3,53 \cdot 10^{10} \text{ molecule,}$$

ceea ce reprezintă un număr imens de molecule.

54. *Un recipient are volumul de 20 cm^3. Să se determine:*

a) Care este presiunea interioară, la 0°, dacă recipientul ar conţine o mie de miliarde (10^{12}) de molecule de hidrogen?

b) Dar dacă ar conţine acelaşi număr de molecule de azot?

a) Un mol (2 g) de hidrogen conţine $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule H_2 şi, bineînţeles, un număr dublu de atomi de hidrogen.

10^{12} molecule de hidrogen reprezintă

$$\frac{2 \cdot 10^{12}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 3,32 \cdot 10^{-12}\ g$$

Din ecuaţia de stare:

$$pV = nRT$$

rezultă:

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{3,32 \cdot 10^{-12} \cdot 0,082 \cdot 273}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ atm.}$$

$$1,86 \cdot 10^{-9} \cdot 760 = 1,41 \cdot 10^{-6} \text{ mm Hg}$$

b) Pentru azot, 1 mol (28 g) N_2 conţine $6,023 \cdot 10^{23}$ molecule. La cele 10^{12} molecule de azot vor corespunde:

$$\frac{28 \cdot 10^{12}}{6,023 \cdot 10^{23}} = 4,81 \cdot 10^{-11}\ g$$

Presiunea exercitată este:

$$p = \frac{nRT}{V} = \frac{4,81 \cdot 10^{-11} \cdot 0,082 \cdot 273}{28 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1,86 \cdot 10^{-9} \text{ atm.}$$

În ambele cazuri s-a obţinut aceeaşi presiune, rezultînd că presiunea gazului, la temperatură constantă, depinde numai de numărul moleculelor din unitatea de volum, nu şi de natura lor chimică.

55. *Un cilindru de oțel de 20 l este umplut cu oxigen la temperatura de 0° și presiunea 150 atm. Se consumă oxigen astfel că presiunea gazului rămas ajunge la 125 atm. Se cere:*

a) volumul oxigenului scos din cilindru, măsurat în condiții normale;
b) numărul de moli de oxigen pe care-l conținea cilindrul inițial.

Răspuns: a) 500 l O_2; *b)* 134 moli O_2

56. *Un gaz ocupă la 0° un volum de 2 l. Ce volum va ocupa gazul la — 120°, presiunea rămînînd constantă?*

Răspuns: 1,12 l

57. *La ce temperatură volumul unui gaz aflat inițial la 0° se dublează; în timpul încălzirii presiunea rămînînd constantă?*

Răspuns: 273°

58. *Să se determine volumul bioxidului de sulf ce se poate obține la 27° și 762 mm Hg prin arderea completă a 50 g sulf.*

Răspuns: 38,3 l SO_2

59. *Volumul unui gaz este de 70,2 cm³ la 16° și 748 mm Hg. Să se determine presiunea ce se exercită asupra gazului dacă volumul se micșorează la 40,6 cm³ și temperatura se ridică la 48°.*

Răspuns: 1 409,7 mm Hg

60. *Ce volum ocupă 15 g vapori de apă la temperatura de 100° și presiunea 760 mm Hg, admițînd o comportare de gaz ideal?*

Răspuns: 25,48 l

61. *Un compus al azotului în stare gazoasă, format din azot și oxigen, are densitatea în raport cu aerul 1,53. Încălzit la roșu cu cupru, care fixează oxigenul, dă un volum de azot egal cu propriul volum. Să se determine formula moleculară a compusului.*

Răspuns: N_2O

62. *Cunoscînd că densitatea aerului la temperatura 0° și presiunea 760 mm Hg este 0,001293 g/cm³, să se calculeze masa unui litru de aer la 0° și presiunea 750 mm Hg.*

Răspuns: 1,27 g

63. *Să se calculeze masa moleculară a hidrogenului, știind că densitatea sa la 0° și 1 atm este $8{,}9\cdot10^{-5}$ g/cm³.*

Răspuns: 2

64. *Să se determine masa a 48,2 cm³ de azot la 27° şi 743 mm Hg, azotul fiind colectat deasupra apei. Tensiunea de vapori a apei la 27° este 26,7 mm Hg.*

Răspuns: 0,0517 g N_2

65. *Cîte molecule de aer se găsesc într-un recipient cu volumul de 10 l, la temperatura de 10° şi presiunea 1 atm?*

Răspuns: $2,6 \cdot 10^{23}$ molecule

V. Electroliza

66. *Prin electroliza unei soluţii de clorură de sodiu se obţin 1 000 g clor. Să se calculeze cantitatea de electricitate necesară şi masa hidroxidului de sodiu format.*

Echivalentul chimic al clorului este $\frac{A}{n} = \frac{35,5}{1} = 35,5$ şi ştim că echivalentul chimic exprimat în grame este echivalentul-gram.

Cele 1 000 g clor reprezintă:

$$\frac{1\,000}{35,5} \text{ echivalenţi-gram } Cl_2$$

Cum pentru obţinerea prin electroliză a unui echivalent-gram de orice substanţă este necesară cantitatea de electricitate de 96 500 coulombi, rezultă:

$$\frac{1\,000}{35,5}\ 96\,500 = 2,72 \cdot 10^6 \text{ coulombi}$$

Pentru fiecare 35,5 g clor se formează 40 g hidroxid de sodiu, obţinîndu-se prin electroliză 1 000 g clor, vor rezulta:

$$\frac{1\,000}{35,5}\ 40 = 1\,127 \text{ g NaOH}$$

67. *Să se calculeze volumul de gaz detonant liberat prin electroliza apei acidulate într-un voltametru în timp de 30 min, curentul avînd o intensitate de 5 A. Gazul detonant rezultat se culege la temperatura de 20°C şi la presiunea de 763,4 mm Hg sub apă, a cărei tensiune de vapori este, la temperatura experienţei, de 17,4 mm.*

Folosind formula care exprimă legile electrolizei:

$$m = \frac{1}{96\,500} \frac{A}{n} It$$

obţinem:

— masa hidrogenului

$$m_1 = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{1}{1} \cdot 5 \cdot 1\,800 = 0,0934 \text{ g}$$

— masa oxigenului

$$m_2 = \frac{1}{96\,500} \cdot \frac{16}{2} \cdot 5 \cdot 1\,800 = 0{,}746 \text{ g}$$

Dacă M este masa unui mol şi V volumul molar, densitatea unui gaz, în condiţii normale, este dată de formula:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{22{,}4}$$

şi rezultă că densitatea hidrogenului este 0,088 g/l, iar a oxigenului 1,43 g/l.

Volumele gazelor obţinute prin electroliză sînt:

— volumul hidrogenului

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{0{,}0934}{0{,}088} = 1{,}06 \text{ l}$$

— volumul oxigenului

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{0{,}746}{1{,}43} = 0{,}53 \text{ l}$$

Se observă că amestecul exploziv liberat prin electroliză este format din două volume de hidrogen şi un volum de oxigen. În condiţii normale, el ocupă un volum de 1,59 l.

Volumul cules sub apă la temperatura de 20 °C şi la presiunea de 763,4 mm Hg se obţine folosind formula:

$$V = \frac{p_0 V_0}{p}(1 + \alpha t);$$

înlocuind rezultă:

$$V = \frac{76 \cdot 1{,}59}{76{,}34 - 1{,}74}\left(1 + \frac{20}{273}\right) = 1{,}73 \text{ l.}$$

68. *Să se determine masa de argint depusă la catod, dacă trece un curent produs de doi acumulatori legaţi în serie printr-o soluţie de azotat de argint, timp de 10 minute,*

a) cînd electrozii sînt de platină,

b) în cazul cînd electrozii sînt de argint.

Rezistenţa electrozilor şi a băii electrolitice este 0,5 Ω, iar rezistenţa internă a acumulatorilor este practic nulă. Tensiunea electromotoare a unui acumulator este de 2 V, iar tensiunea electromotoare de polarizare 1,4 V.

a) La electroliza între electrozi de platină are loc o polarizare a electrozilor. Tensiunea electromotoare de polarizare se opune tensiunii electromotoare a sursei de curent.

Intensitatea curentului în circuit este:

$$I = \frac{2 \cdot 2 - 1{,}4}{0{,}5} = 5{,}2 \text{ A}$$

iar masa de argint depusă la catod:

$$m = \frac{5{,}2 \quad 600 \cdot 107{,}9}{96\,500 \quad 1} = 3{,}488 \text{ g Ag}$$

b) La electroliza între electrozi de argint nu are loc polarizarea electrozilor. Intensitatea curentului în circuit va fi:

$$I = \frac{2 \cdot 2}{0{,}5} = 8 \text{ A}$$

Masa de argint depusă la catod este deci:

$$m = \frac{8 \quad 600 \cdot 107{,}9}{96\,500 \quad 1} = 5{,}367 \text{ g}$$

69. *Trei voltametre sînt legate în serie, unul conținînd o soluție de clorură cuproasă, altul o soluție de clorură cuprică și al treilea apă acidulată. Ce masă de cupru se depune în timp de o oră la electrozii primelor voltametre dacă curentul folosit liberează 0,750 g de gaz detonant în voltametrul cu apă acidulată?*

Folosind relația care exprimă legile lui Faraday:

$$m = \frac{1}{F}\frac{A}{n}It$$

se obține:

În voltametrul cu clorură cuproasă:

$$m_1 = \frac{63{,}5 \quad I \quad 3\,600}{96\,500 \quad 1} \qquad (1)$$

În voltametrul cu clorură cuprică:

$$m_2 = \frac{63{,}5 \cdot I \cdot 3\,600}{96\,500 \cdot 2} \qquad (2)$$

În voltametrul cu apă acidulată:

$$0{,}750 = \frac{18 \cdot I \quad 3\,600}{96\,500 \quad 2} \qquad (3)$$

Făcînd raportul relațiilor (1) și (3) se obține:

$$\frac{m_1}{0{,}750} = \frac{63{,}5 \cdot 2}{18}$$

$$m_1 = 5{,}3 \text{ g},$$

se depun deci 5,3 g de cupru pe catodul voltametrului cu clorură cuproasă.

Relațiile (2) și (3) dau:

$$\frac{m_2}{0{,}750} = \frac{63{,}5}{18}$$

$$m_2 = 2{,}65 \text{ g}.$$

Deci, pe catodul voltametrului cu clorură cuprică se depun 2,65 g de cupru.

70. *Cu ce intensitate de curent trebuie să se lucreze pentru a depune 1 g argint în 15 minute?*
Echivalentul electrochimic al argintului K = 0,001118 g/C

Din prima lege a electrolizei:

$$m = KIt \qquad \text{rezultă:} \qquad I = \frac{m}{Kt}$$

Înlocuind se obţine:

$$I = \frac{1}{0{,}001118 \cdot 15 \cdot 60} = 1 \text{ A}$$

71. *Să se determine echivalentul electrochimic al argintului, ştiind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este 0,010363 mg/C*

Echivalentul chimic al argintului $E_{Ag} = \frac{107{,}85}{1}$, iar al hidrogenului $E_H = \frac{1{,}008}{1}$

Cum echivalenţii electrochimici sînt proporţionali cu echivalenţii chimici, rezultă:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{E_{Ag}}{E_H} \quad \text{de unde} \quad K_1 = \frac{K_2 \cdot E_{Ag}}{E_H}$$

$$K_1 = \frac{0{,}010363 \cdot 107{,}85}{1{,}008} = 1{,}118 \text{ mg Ag/C}$$

72. *Se leagă două vase de electroliză în serie. La catodul uneia din ele se depun 0,5 g argint, iar la catodul celuilalt 0,1355 g dintr-un metal bivalent. Să se afle echivalentul electrochimic şi masa atomică a metalului necunoscut.*
Echivalentul electrochimic al argintului: 0,001118 g/C

a) Ştim

$$m_1 = K_1 I_1 t_1 \qquad (1)$$

$$m_2 = K_2 I_2 t_2 \qquad (2)$$

Voltametrele fiind legate în serie, $I_1 = I_2$; curentul trecînd în acelaşi timp, $t_1 = t_2$.

Făcînd raportul relaţiilor (1) şi (2) rezultă:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{K_1}{K_2} \quad \text{de unde} \quad K_2 = K_1 \frac{m_2}{m_1}$$

$$K_1 = 0{,}001118 \text{ g/C}$$

$$K_2 = \frac{0{,}001118 \cdot 0{,}1355}{0{,}5} = 0{,}000304 \text{ g/C}$$

b) **Echivalentul** electrochimic al unui element este proporţional cu echivalentul său chimic, factorul de proporţionalitate fiind $\frac{1}{F} = \frac{1}{96\,500}$

$$K = \frac{1}{F} \cdot \frac{A}{n} \quad \text{şi rezultă} \quad A = KFn$$

Cum valenţa metalului necunoscut $n = 2$, masa sa atomică este

$$A = 0{,}000304 \cdot 96\,500 \cdot 2 = 58{,}7$$

Metalul respectiv este nichelul.

73. *Ce număr de ioni de sodiu şi de clor conţine un mol de clorură de sodiu?*

NaCl este o substanţă ionică formată din ioni Na^+ şi ioni Cl^-.

Ştim că un mol NaCl conţine $6{,}023 \cdot 10^{23}$ perechi de ioni Na^+Cl^- adică însumează un mol, $6{,}023 \cdot 10^{23}$ ioni de sodiu şi un mol, $6{,}023 \cdot 10^{23}$ ioni de clor.

74. *Un electron este de aproximativ 1 850 de ori mai uşor decît un proton. Să se calculeze care este masa tuturor electronilor din 10 g aur.*

Au = 197. Număr atomic $Z = 79$.

Masa moleculară a aurului este egală cu masa sa atomică*. Într-un mol (197 g) aur se află $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi şi cum fiecare atom de aur conţine 79 electroni, se vor găsi:

$$79 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} \text{ electroni.}$$

În 10 g Au sînt:

$$\frac{79 \cdot 6{,}023 \cdot 10^{23} \cdot 10}{197} = 24{,}11 \cdot 10^{23} \text{ electroni.}$$

Masa unui proton este o unitate atomică de masă 1 amu, iar masa unui electron este:

$$\frac{1}{1\,850} \text{ amu}$$

Masa tuturor electronilor din 10 g Au este:

$$24{,}11 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{1\,850} = 0{,}013 \cdot 10^{23} \text{ amu.}$$

Ştiind că 1 amu reprezintă $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g, masa în grame a electronilor din 10 g aur este:

$$0{,}013 \cdot 10^{23} \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-24} = 0{,}0021 \text{ g.}$$

Masa în grame se mai poate afla ţinînd seama că 1 g de hidrogen conţine $6{,}023 \cdot 10^{23}$ atomi. Deci un atom de hidrogen are masa:

$$\frac{1}{6{,}023 \cdot 10^{23}} = 0{,}167 \cdot 10^{-23} \text{ g} = 1{,}67 \cdot 10^{-24} \text{ g.}$$

---

* Vaporii metalelor sînt monoatomici şi numai la vaporii metalelor alcaline s-a observat o slabă asociaţie în molecule biatomice.

Cum masa electronului este a 1 850-a parte din masa atomului de hidrogen, rezultă că masa electronului are valoarea:

$$m_e = \frac{1,67 \cdot 10^{-24}}{1\,850} = 0,91 \quad 10^{-27} \text{ g.}$$

Masa tuturor electronilor din cei 10 g Au va fi:

$$0,91 \quad 10^{-27} \quad 24,11 \quad 10^{23} = 0,0021 \text{ g.}$$

75. *Prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu s-au obținut 44,8 l clor, măsurați în condiții normale. Să se determine:*
a) cantitatea de electricitate care a fost necesară;
b) masa hidroxidului de sodiu format.

Răspuns: a) 3,86 10^5 C; *b)* 160 g NaOH

76. *Să se calculeze volumul de gaz detonant liberat prin electroliza apei acidulate într-un voltametru în timp de 6 minute, curentul avînd intensitatea de 4,3 A. Amestecul detonant rezultat se culege la temperatura de 20° și presiunea 750 mm Hg, sub apă, a cărei tensiune de vapori este, la temperatura experienței, de 17,4 mm Hg.*

Răspuns: 300 cm^3

77. *Să se determine masa de cupru depusă la catod, dacă trece un curent produs de 4 acumulatori legați în serie printr-o soluție de sulfat de cupru, timp de 10 minute,*
a) cînd electrozii voltametrului sînt de platină;
b) în cazul cînd electrozii sînt de cupru.
Rezistența electrozilor și a băii cu sulfat de cupru este 1,6 Ω, iar rezistența internă a unui acumulator este 0,1 Ω. Tensiunea electromotoare a unui acumulator este de 2 V, iar tensiunea electromotoare de polarizare 1,3 V.

Răspuns: a) 0,662 g Cu, *b)* 0,791 g Cu

78. *O baie electrolitică, avînd electrozii de platină, conține o soluție de acid sulfuric. Rezistența ei este 1,68 Ω. Baia este pusă în legătură cu un acumulator de 2 V, a cărui rezistență interioară este 0,02 Ω. Să se calculeze intensitatea curentului, știind că tensiunea electromotoare de polarizare a băii electrolitice este 1,15 V.*

Răspuns: 0,5 A

79. *Prin electroliză se descompun 90 g de apă. Să se determine:*
a) cantitatea de electricitate necesară și intensitatea curentului dacă electroliza durează 12 ore;
b) volumele de hidrogen și de oxigen obținute în condiții normale;
c) dacă curentul traversează în același timp un voltametru cu electrozi de cupru, conținînd soluție de sulfat de cupru, care va fi creșterea de masă a catodului?

Răspuns: a) 966 $\cdot 10^3$ C; 22,3 A; *b)* 112 l H_2; 56 l O_2; *c)* 320g

80. *Să se determine echivalentul electrochimic al cuprului bivalent, știind că echivalentul electrochimic al hidrogenului este 0,010363 mg/C.*

Răspuns: 0,320 mg/C

81. *Se leagă două cuve de electroliză în serie. La catodul uneia se depun 5 g argint, iar la catodul celuilalt 0,4221 g dintr-un metal trivalent. Să se afle echivalentul electrochimic și masa atomică a metalului necunoscut.*
Echivalentul electrochimic al argintului: 0,001118 g/C.

Răspuns: 0,094 mg/C; 27

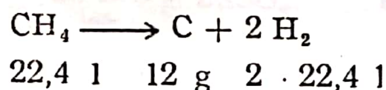
82. *Se știe că ionul de hidrogen, ca și ceilalți ioni monovalenți apare la electroliză cu cea mai mică sarcină electrică cunoscută (sarcina elementară). Să se calculeze această sarcină, în coulombi, știind că 1 cm³ de hidrogen, în condiții normale, conține $2{,}7 \cdot 10^{19}$ molecule, densitatea hidrogenului în condiții normale este 0,0898 g/l, și că molecula de hidrogen este biatomică.*

Răspuns: $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

VI. Hidrogenul

83. *Se trec 56 m³ de metan, măsurați la 0° și 1 atm, printr-un tub de oțel încălzit la 850°. Să se determine:*
a) volumul de hidrogen rezultat în condițiile în care are loc descompunerea totală a metanului,
b) cantitatea de negru de fum care se obține.

Reacția de descompunere a metanului:



$$\underset{22{,}4\ l}{CH_4} \longrightarrow \underset{12\ g}{C} + \underset{2 \cdot 22{,}4\ l}{2\,H_2}$$

a) Din această ecuație a reacției reiese că dintr-un mol ($22{,}4 \cdot 10^{-3}$ m³) metan se obțin 2 moli ($2 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3}$ m³) hidrogen. Din 56 m³ metan vor rezulta:

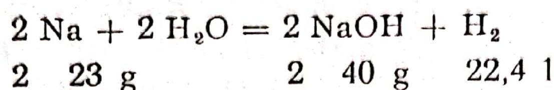
$$\frac{56 \cdot 2 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3}}{22{,}4 \cdot 10^{-3}} = 112 \text{ m}^3 \text{ hidrogen.}$$

b) Conform ecuației reacției, dintr-un mol CH_4 se obține 1 atom-gram ($12 \cdot 10^{-3}$ kg) carbon. Din 56 m³ CH_4 se vor obține:

$$\frac{56 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{22{,}4 \cdot 10^{-3}} = 30 \text{ kg negru de fum.}$$

84. *Reacționează cu apa 2 g de sodiu. Să se calculeze:*
a) ce volum de hidrogen se degajă în condiții normale;
b) cît hidroxid de sodiu rezultă?

Are loc reacția:



$$2\ Na + 2\ H_2O = 2\ NaOH + H_2$$
$$2\ \ 23\ g \qquad\qquad 2\ \ 40\ g \qquad 22,4\ l$$

a) Cum din 2 moli (2 23 g) Na se obține un mol (22,4 l) hidrogen, din 2 g Na se vor obține:

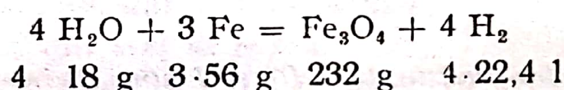
$$\frac{2 \cdot 22,4}{46} = 0,97\ l\ H_2.$$

b) Din 1 mol (23 g) Na prin reacția cu H_2O rezultă 1 mol (40 g) NaOH, din cele 2 g Na vor rezulta:

$$\frac{2 \cdot 80}{46} = 3,5\ g\ NaOH.$$

85. *Prin descompunerea apei în stare de vapori cu fier înroșit se obțin 20 m³ hidrogen în condiții normale. Să se determine consumul de fier și cantitatea de oxid fero-feric rezultată.*

Din ecuația reacției:



$$4\ H_2O + 3\ Fe = Fe_3O_4 + 4\ H_2$$
$$4\ \ 18\ g \quad 3 \cdot 56\ g \quad 232\ g \quad 4 \cdot 22,4\ l$$

reiese că dacă reacționează cu apa, în stare de vapori, 3 moli (3 56 g) Fe, se obțin 4 moli (4 22,4 l) H_2 și 1 mol (232 g) Fe_3O_4. Rezultînd prin descompunerea apei 20 m³ hidrogen, cantitatea de fier consumată este:

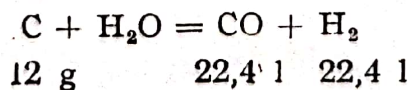
$$\frac{3 \cdot 56 \cdot 20 \cdot 10^3}{4 \cdot 22,4} = 37,5\ \ 10^3\ g\ Fe = 37,5\ kg\ Fe$$

Fe_3O_4 rezultat:

$$\frac{20 \cdot 10^3 \cdot 232}{4 \cdot 22,4} = 51,8\ kg\ Fe_3O_4$$

86. *Se trec vapori de apă peste 500 g cărbune ce conține 90% C la temperatura de 1 200°C. Care va fi volumul amestecului gazos obținut după consumarea carbonului, măsurat la 25°C și 765 mm Hg?*

Are loc reacția:



$$C + H_2O = CO + H_2$$
$$12\ g \qquad\qquad 22,4\ l \quad 22,4\ l$$

Din 1 mol (12 g) C rezultă 2 moli (2·22,4 l) gaze ($CO + H_2$), iar din cele $500 \frac{90}{100}$ g C, se obțin:

$$\frac{450 \cdot 2 \cdot 22{,}4}{12} = 1\,680 \text{ l amestec, în condiții normale.}$$

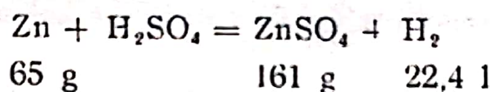
Volumul amestecului gazos, în condițiile cerute, se obține folosind formula:

$$pV = \frac{p_0 \quad V_0}{273}(273 + t), \text{ de unde:}$$

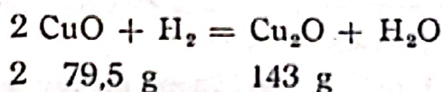
$$V = \frac{760 \quad 1\,680}{273 \cdot 765}(273 + 25) = 1\,821{,}7 \text{ l}$$

87. *Asupra a 10 g zinc, acționează acid sulfuric diluat, în exces.*
a) Cît oxid cupric poate fi redus cu hidrogenul care rezultă?
b) Care este masa substanței obținută prin evaporare? Ea este cristalizată cu 7 molecule de apă.

Au loc reacțiile:



$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$
$$65 \text{ g} \qquad\qquad 161 \text{ g} \qquad 22{,}4 \text{ l}$$



$$2\,CuO + H_2 = Cu_2O + H_2O$$
$$2 \quad 79{,}5 \text{ g} \qquad 143 \text{ g}$$

a) Din ecuațiile reacțiilor rezultă că reacționînd 1 mol (65 g) Zn se obține hidrogen care poate reduce 2 moli (2 79,5 g) CuO.

Hidrogenul obținut, folosind cele 10 g Zn, va reduce:

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 79{,}5}{65} = 24{,}4 \text{ g } CuO$$

b) Cum din 1 mol (65 g) Zn se obține 1 mol (161 g) $ZnSO_4$, din 10 g Zn rezultă:

$$\frac{161 \cdot 10}{65} \text{ g } ZnSO_4$$

Sulfatul de zinc cristalizat cu 7 molecule de apă are masa moleculară 287.

Dacă 161 g $ZnSO_4$ corespund la 287 g $ZnSO_4$ 7 H_2O cele $\frac{161 \cdot 10}{65}$ g $ZnSO_4$ vor corespunde la:

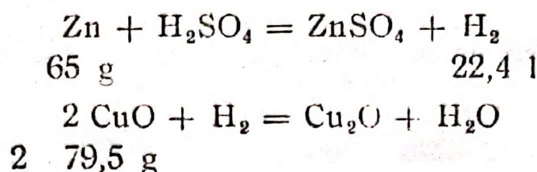
$$\frac{161 \cdot 10 \cdot 287}{65 \cdot 161} = 44{,}2 \text{ g } ZnSO_4 \quad 7\,H_2O$$

88. *Din 10 g zinc se obține hidrogen, care se folosește pentru a reduce 1 g de oxid cupric. Se cere:*
a) volumul hidrogenului necesar acestei reduceri, gazul fiind măsurat la temperatura de 11°C și presiunea 765 mm Hg;

b) volumul de gaz care rămîne după reducere, acest gaz fiind măsurat la temperatura de 25°C și presiunea 758 mm Hg,

c) masa de oxid feric care poate fi redus de masa totală de hidrogen.

Scriem ecuaţiile reacţiilor:



$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$
$$65\ g \qquad\qquad\qquad 22{,}4\ l$$
$$2\ CuO + H_2 = Cu_2O + H_2O$$
$$2 \cdot 79{,}5\ g$$

a) Pentru reducerea a 2 moli (2·79,5 g) CuO este necesar 1 mol (22,4 l) H_2, iar pentru reducerea a 1 g CuO sînt necesare:

$$\frac{1 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 79{,}5} = 0{,}14\ l\ H_2 \text{ în condiţii normale.}$$

Volumul hidrogenului la presiunea p = 765 mm Hg şi temperatura de 11 °C se obţine folosind formula:

$$V = \frac{p_0 V_0}{273p}(273 + t)$$

$$V = \frac{760 \cdot 0{,}14}{273 \cdot 765}(273 + 11) = 0{,}15\ l\ H_2$$

b) Participînd la reacţie 1 mol (65 g) Zn se obţine 1 mol (22,4 l) H_2, volumul hidrogenului rezultat din cele 10 g Zn este:

$$\frac{10 \cdot 22{,}4}{65} = 3{,}44\ l\ H_2.$$

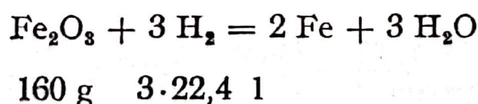
În condiţii normale, hidrogenul care rămîne după reducerea oxidului cupric este:

$$3{,}44 - 0{,}15 = 3{,}29\ l\ H_2.$$

La presiunea 758 mm Hg şi temperatura 25 °C acest volum devine:

$$V = \frac{760 \cdot 3{,}29}{273 \cdot 758}(273 + 25) = 3{,}60\ l\ H_2.$$

c) Din reacţia de reducere a oxidului feric:



$$Fe_2O_3 + 3\ H_2 = 2\ Fe + 3\ H_2O$$
$$160\ g \quad 3 \cdot 22{,}4\ l$$

rezultă că pentru a reduce 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3·22,4 l) H_2. Cei 3,44 l H_2 vor putea reduce:

$$\frac{160 \cdot 3{,}44}{3 \cdot 22{,}4} = 8{,}19\ g\ Fe_2O_3$$

89. *Să se calculeze în centimetri cubi volumul molar al hidrogenului, în condiții normale, știind că masa atomică a hidrogenului este 1,008, iar densitatea hidrogenului în raport cu aerul d = 0,0695.*

Știm că densitatea relativă a unui gaz (d) este raportul dintre densitatea lui și densitatea aerului uscat. În cazul nostru:

$$d = \frac{\rho H_2}{\rho_{aer}} \text{ de unde } \rho_{H_2} = \rho_{aer} \cdot d.$$

Cum $\rho_{aer} = 1{,}293$ g/l, densitatea hidrogenului în condiții normale este:

$$\rho = 1{,}293 \cdot 0{,}0695 = 0{,}0898 \text{ g/l}.$$

Deoarece masa unui mol de hidrogen este 2,016, volumul molar va fi:

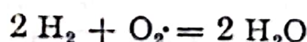
$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2{,}016 \text{ g}}{0{,}0898 \cdot 10^{-3} \text{ g/cm}^3} = 22{,}4 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

90. *În condiții normale de temperatură și presiune un amestec de hidrogen și oxigen ocupă 50 cm³. Producînd o scînteie electrică se formează apă și rămîn 10 cm³ gaz necombinat.*

Dintr-un alt amestec de hidrogen și oxigen în altă proporție, însă tot cu un volum de 50 cm³, după producerea scînteii electrice și întoarcerea la condițiile normale rămîn 5 cm³ gaz necombinat.

Amestecînd gazele rămase, sub acțiunea unei scîntei electrice, întreaga cantitate de gaz se transformă în apă. Să se determine compoziția în volume a celor două amestecuri de gaze.

Reacția care are loc este:



$$2\,H_2 + O_2 = 2\,H_2O$$

Dacă cantitățile de gaze rămase reacționează complet, cum raportul între volumele de hidrogen și oxigen este 2 : 1 și volumul gazelor rămase se află în același raport 10 : 5 = 2 : 1, înseamnă că în primul amestec se află în exces hidrogenul, iar în cel de-al doilea, oxigenul.

Deci în cazul primului amestec:

$$\frac{50 - 10}{3} = 13{,}33 \text{ cm}^3\ O_2$$

$$50 - 13{,}3 = 36{,}67 \text{ cm}^3\ H_2.$$

Dacă în 50 cm³ amestec gazos se găsesc 13,33 cm³ O_2, în 100 cm³ se vor găsi:

$$\frac{100 \cdot 13{,}3}{50} = 26{,}6\%\ O_2 \text{ și}$$

$$100 - 26{,}6 = 73{,}4\%\ H_2$$

În cazul celui de-al doilea amestec:

$$2 \cdot \frac{50-5}{3} = 30 \text{ cm}^3 \ H_2$$

$$50 - 30 = 20 \text{ cm}^3 \ O_2.$$

Exprimînd în procente rezultă:

$$\frac{100 \quad 30}{50} = 60\% \ H_2 \text{ și}$$

$$40\% \ O_2$$

91. *Ce masă de apă trebuie să fie descompusă prin electroliză pentru a obține 1 m³ de hidrogen, măsurat în condiții normale!*

Răspuns: 804 g H_2O

92. *Se trec 1 000 l de metan, măsurați la 0° și 1 atm, printr-un tub de oțel încălzit la 850°. Să se calculeze:*

a) volumul de hidrogen măsurat în condiții normale, în cazul în care are loc descompunerea totală a metanului:

b) masa negrului de fum care rezultă.

Răspuns: *a)* 2 000 l H_2; *b)* 580, 3 g negru de fum

93. *Se obțin 573 cm³ de hidrogen prin acțiunea potasiului asupra apei. Să se determine:*

a) masa potasiului folosit;

b) cantitatea de hidroxid de potasiu rezultată

Răspuns: *a)* 2 g K; *b)* 2,869 g KOH

94. *Prin acțiunea vaporilor de apă asupra fierului înroșit s-au obținut 109,2 m³ de hidrogen măsurați la 25° și presiunea 75,6 cm Hg. Se cere:*

a) masa fierului intrată în reacție;

b) masa oxidului de fier rezultat.

Răspuns: *a)* 7,5 kg Fe; *b)* 10,36 kg Fe_3O_4

95. *Se obțin 15 l de hidrogen, în condiții normale, prin acțiunea acidului clorhidric 10% asupra zincului. Dacă randamentul reacției este 92% să se calculeze masa acidului clorhidric și masa zincului.*

Răspuns: 47,5 g Zn; 529,7 g HCl 10 %

96. *Se prepară hidrogen prin acțiunea acidului sulfuric diluat asupra a 12 g de zinc. Să se calculeze:*

a) volumul de oxigen necesar pentru a arde hidrogenul obținut:

b) masa apei rezultate din reacție

Răspuns: *a)* 2,05 l O_2; *b)* 3,30 g H_2O

97. *Se reduce cu hidrogen 12 g de oxid cupric. Să se determine:*
a) volumul de hidrogen necesar acestei reduceri, măsurat la 18° și 756 mm Hg;
b) masa minimă de zinc ce trebuie s-o folosim pentru a obține hidrogenul necesar.

Răspuns: a) 3,62 l H_2; *b)* 9,81 g Zn

98. *Două voltametre, unul conținînd apă acidulată iar al doilea o soluție de azotat de argint, sînt legate în serie într-un circuit electric parcurs de un curent de intensitate constantă. În timp de 12 minute masa catodului celui de-al doilea voltametru a crescut cu 0,8385 g. Să se determine:*
a) intensitatea curentului în circuit;
b) masa și volumul hidrogenului, măsurat în condiții normale, degajat la catodul primului voltametru.

Răspuns: a) 1,041 A; *b)* 0,0077 g H_2;, 0,085 l H_2.

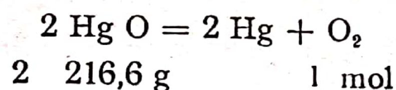
99. *Un aerostat cu volumul de 250 m³ este umplut cu hidrogen la temperatura de 27° și presiunea de 800 mm Hg. Hidrogenul necesar se scoate din 100 cilindri de oțel în care temperatura este de 7° și presiunea de 30 atm. Ce volum are un cilindru din care se scoate hidrogenul?*

Răspuns: 80,97 l

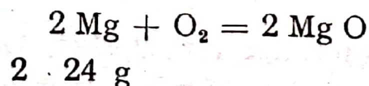
VII. Oxigenul și combinațiile sale

100. *Ce cantitate de oxid roșu de mercur trebuie descompusă termic pentru ca oxigenul rezultat să transforme 48,6 g de magneziu în oxid de magneziu?*

Reacțiile care au loc sînt:



$$2\,HgO = 2\,Hg + O_2$$
$$2 \quad 216{,}6\ g \qquad\qquad 1\ mol$$



$$2\,Mg + O_2 = 2\,MgO$$
$$2 \cdot 24\ g$$

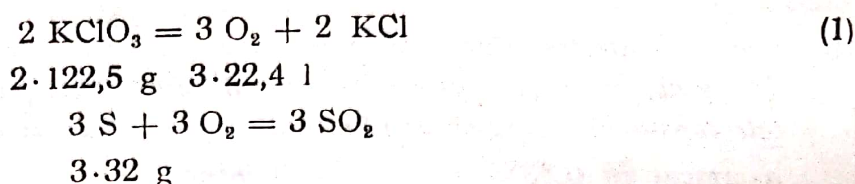
Se vede că pentru a transforma 2 moli (2·24 g) magneziu în oxid de magneziu este necesar un mol de oxigen care provine prin descompunerea termică a 2 moli (2·216,6 g) de oxid roșu de mercur.

Pentru transformarea a 48,6 g Mg în oxid de magneziu vor fi necesare:

$$\frac{48{,}6 \cdot 2 \cdot 216{,}6}{2 \cdot 24} = 438{,}6\ g\ HgO$$

101. *Să se determine masa cloratului de potasiu prin încălzirea căruia se obțin 20 l oxigen în condiții normale. Cu cîte grame de sulf se combină oxigenul rezultat spre a se obține bioxid de sulf?*

Din ecuațiile reacțiilor:



$$2\ KClO_3 = 3\ O_2 + 2\ KCl \qquad (1)$$
$$2 \cdot 122{,}5\ g \quad 3 \cdot 22{,}4\ l$$
$$3\ S + 3\ O_2 = 3\ SO_2$$
$$3 \cdot 32\ g$$

rezultă că 3 moli (3·22,4 l) O_2 se obțin din 2 moli (2 122,5 g) $KClO_3$ și se combină cu 3 moli (3·32 g) S atomic.

Cei 20 l O_2 provin din:

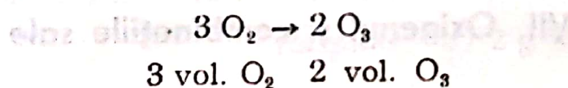
$$\frac{20 \cdot 2 \cdot 122{,}5}{3 \cdot 22{,}4} = 72{,}9\ g\ KClO_3$$

Cum 3 moli O_2 se combină cu 3 moli S, 20 l O_2 se vor combina cu:

$$\frac{20 \cdot 3 \cdot 32}{3 \cdot 22{,}4} = 28{,}57\ g\ S.$$

102. *Prin trecerea a 1,5 l de oxigen printr-un aparat în care se produc descărcări electrice se obține un amestec de gaze care conține, în volume, 2% ozon. Cu ce randament s-a lucrat? Care este volumul total al gazelor obținute?*

Avem reacția:



$$3\ O_2 \rightarrow 2\ O_3$$
$$3\ vol.\ O_2 \quad 2\ vol.\ O_3$$

În 100 volume de amestec de gaze se găsesc 2 volume ozon și 98 volume oxigen, iar din ecuația reacției rezultă că 2 volume de O_3 se obțin din 3 volume O_2. Deci inițial am avut 98 + 3 = 101 volume O_2.

Dacă din 101 volume de oxigen inițiale se transformă 3 volume, din 100 volume se vor transforma:

$$\frac{100 \cdot 3}{101} = 2{,}97$$

Deci, randamentul de transformare este 2,97%. Din cei 1,5 l O_2 trecuți prin aparatul în care se produc descărcări electrice, se transformă:

$$\frac{2{,}97}{100} \cdot 1{,}5 = 0{,}0445\ l\ O_2$$

În timpul transformării la 3 volume oxigen volumul se micșorează cu 1 volum. Pentru cei 0,0445 l O_2 micșorarea va fi:

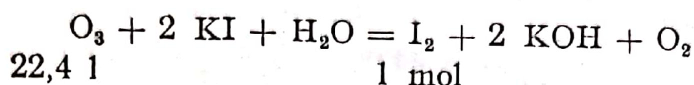
$$\frac{0{,}0445 \cdot 1}{3} = 0{,}0148\ l \approx 0{,}015\ l.$$

Volumul total al gazelor obţinute este:

$$1{,}5-0{,}015 = 1{,}485 \text{ l}$$

103. *Ce volum de gaz măsurat în condiţii normale, conţinînd 2% ozon, în volume, este necesar pentru a pune în libertate 0,3 moli de iod din iodura de potasiu?*

Din ecuaţia reacţiei:



$$\underset{22{,}4\ \text{l}}{O_3} + 2\ KI + H_2O = \underset{1\ \text{mol}}{I_2} + 2\ KOH + O_2$$

rezultă că 1 mol (22,4 l) O_3 pune în libertate 1 mol I_2. Cei 0,3 moli de iod sînt puşi în libertate de:

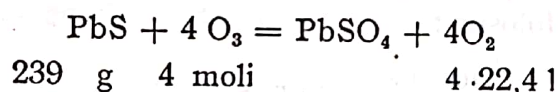
$$\frac{0{,}3 \cdot 22{,}4}{1} = 6{,}72 \text{ l } O_3$$

Din datele problemei reiese că 100 l gaz măsuraţi în condiţii normale conţin 2 l ozon, 6,72 l O_3 se vor găsi în:

$$\frac{6{,}72 \quad 100}{2} = 336 \text{ l gaz.}$$

104. *Cîţi moli de ozon sînt necesari pentru a oxida 30 g sulfură de plumb în sulfat de plumb? Ce volum de oxigen rezultă?*

Are loc reacţia:



$$\underset{239\ \text{g}}{PbS} + \underset{4\ \text{moli}}{4\ O_3} = PbSO_4 + \underset{4 \cdot 22{,}4\ \text{l}}{4O_2}$$

Pentru oxidarea a 1 mol (239 g) PbS sînt necesari 4 moli de ozon, iar pentru oxidarea a 30 g PbS:

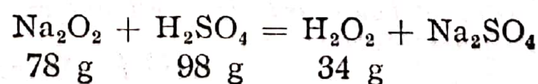
$$\frac{30 \cdot 4}{239} = 0{,}50 \text{ moli } O_3.$$

Volumul oxigenului rezultat în urma reacţiei de oxidare a 30 g PbS, se calculează ţinînd seama că prin oxidarea a 1 mol (239 g) PbS rezultă 4 moli (4 ·22,4 l) O_2:

$$\frac{30 \cdot 4 \cdot 22{,}4}{239} = 11{,}5 \text{ l } O_2$$

105. *Ce cantitate de peroxid de sodiu intră în reacţie cu acidul sulfuric pentru a obţine 15,6 g peroxid de hidrogen (apă oxigenată)? Ce cantitate de acid sulfuric de concentraţie 40% este necesară?*

Scriem ecuaţia chimică a reacţiei:



$$\underset{78\ \text{g}}{Na_2O_2} + \underset{98\ \text{g}}{H_2SO_4} = \underset{34\ \text{g}}{H_2O_2} + Na_2SO_4$$

Se vede că pentru a obţine 1 mol (34 g) H_2O_2, participă la reacţie 1 mol (78 g) Na_2O_2. Pentru a prepara 15,6 g H_2O_2 sînt necesare:

$$\frac{15{,}6 \cdot 78}{34} = 35{,}8 \text{ g } Na_2O_2$$

De asemenea, din ecuaţia reacţiei rezultă că pentru a se obţine 1 mol (34,016 g) H_2O_2 este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4. Pentru obţinerea a 15,6 g H_2O_2 vor fi necesare:

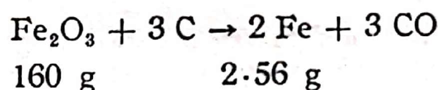
$$\frac{15{,}6 \cdot 98}{34} = 44{,}96 \text{ g } H_2SO_4$$

Cum 100 g soluţie H_2SO_4 40% conţine 40 g H_2SO_4, cele 44,96 g H_2SO_4, se vor găsi în:

$$\frac{44{,}96 \cdot 100}{40} = 112{,}4 \text{ g soluţie } H_2SO_4 \text{ } 40\%.$$

106. *Un minereu de fier conţine 50% oxid feric. Ce cantitate din acest minereu trebuie să folosim pentru a obţine, prin reducere cu carbon, 1 tonă de fier, dacă randamentul reacţiei este 80%?*

Scriem ecuaţia reacţiei:



$$Fe_2O_3 + 3\,C \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO$$
$$160 \text{ g} \qquad 2 \cdot 56 \text{ g}$$

Se observă că 2 moli (2.56 g) Fe se obţin din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 Pentru 10 kg fier trebuie să folosim:

$$\frac{10^3 \cdot 160}{2 \cdot 56} = 1428{,}5 \text{ kg } Fe_2O_3$$

Dacă randamentul reacţiei este 80%, vor fi necesare:

$$1428{,}5 \cdot \frac{100}{80} = 1785{,}6 \text{ kg } Fe_2O_3$$

Cum 100 kg minereu conţin 50 kg Fe_2O_3, cele 1 785,6 kg Fe_2O_3 necesită:

$$\frac{1785{,}6 \cdot 100}{50} = 3\,571{,}2 \text{ kg minereu.}$$

107. *Ce masă de apă trebuie descompusă prin electroliză pentru a se obţine 1 m^3 de oxigen la 0° şi 1 atm.*

Răspuns: 1,68 kg H_2O

108. *Se descompun termic 100 g oxid de mercur. Să se determine:*
a) volumul de oxigen care se obţine la 22° şi 750 mm Hg;
b) masa fosforului care se poate arde în acest oxigen.

Răspuns: a) 5,65 l O_2; *b)* 5,7 g P_4

109. *Să se determine masa cloratului de potasiu prin încălzirea căruia să se obțină oxigenul necesar transformării a 48 g de magneziu în oxid de magneziu.*

Răspuns: 81,6 g $KClO_3$

110. *Se prepară oxigen prin descompunerea termică a 122,5 g clorat de potasiu. Se cere:*

a) volumul oxigenului obținut, măsurat în condiții normale;
b) masa de carbon cu care se poate combina, prin ardere, oxigenul;
c) volumul bioxidului de carbon rezultat.

Răspuns: a) 33,6 l O_2; *b)* 18 g C; *c)* 33,6 *l* CO_2

111. *Ce volum de oxigen se degajă din 1 cm³ de perhidrol cu densitatea 1,463 g/cm³?*

Răspuns: 482 cm³ O_2

112. *Să se calculeze masa de peroxid de sodiu care tratată cu apă să dea oxigenul necesar umplerii, în condiții normale, a unui recipient de 25 l.*

Răspuns: 174,1 g Na_2O_2

113. *Se trec 10 l de oxigen printr-un recipient în care se produc descărcări electrice și se obține un amestec de gaze care conține, în volume, 2,5% ozon. Să se determine:*

a) cu ce randament s-a lucrat;
b) volumul total al gazelor obținute.

Răspuns: a) 2,96; *b)* 9,9 l

114. *Cîți litri de gaz, măsurat în condiții normale, conținînd 3% ozon, sînt necesari pentru a pune în libertate 1,27 g iod din iodura de potasiu?*

Răspuns: 3,73 l

115. *Cîți moli de apă oxigenată sînt necesari pentru a oxida 10 g sulfură de plumb (neagră) în sulfat de plumb (alb)? Dar de a se reduce 10 g oxid de argint (brun), precipitat din soluția de azotat de argint cu hidroxid de sodiu, în argint metalic fin divizat (negru)?*

Răspuns: 0,16 moli H_2O_2; 0,8 moli H_2O_2

116. *Se prepară 31,2 g apă oxigenată (peroxid de hidrogen) prin tratarea peroxidului de sodiu cu un acid diluat. Se cere:*

a) cantitatea de acid sulfuric de concentrație 20% necesară;
b) masa sulfatului de sodiu rezultat.

Răspuns: a) 449,5 g H_2SO_4 20%;
b) 130,3 g Na_2SO_4

VIII. Soluții

117. *Ce concentrație procentuală are o soluție obținută prin dizolvarea a 2,5 g clorură de sodiu în 40,5 g apă?*

Soluția are masa:

$$40{,}5 + 2{,}5 = 43 \text{ g.}$$

În 43 g soluție sînt 2,5 g NaCl.
În 100 g soluție vor fi:

$$\frac{2{,}5 \cdot 100}{43} = 5{,}81 \text{ g NaCl.}$$

Concentrația procentuală a soluției este deci 5,81%.

118. *O soluție conținînd 292,5 g hidroxid de sodiu la litru are densitatea 1,44 g/cm³. Care este compoziția în procente?*

Masa unui litru de soluție se obține folosind relația $m = V \cdot \rho$.

$$m = 1\,000 \cdot 1{,}44 = 1\,440 \text{ g}$$

și conține 292,5 g NaOH.
În 100 g soluție vor fi:

$$\frac{292{,}5 \cdot 100}{1\,440} = 20{,}31 \text{ g NaOH}$$

Deci concentrația procentuală este 20,31%.

119. *Se amestecă 150 g soluție acid clorhidric 10% cu 250 g soluție acid clorhidric 20%. Care este compoziția procentuală a soluției rezultate?*

În 150 g soluție 10% sînt:

$$\frac{150 \cdot 10}{100} = 15 \text{ g HCl,}$$

iar în 250 g soluție 20%:

$$\frac{250 \cdot 20}{100} = 50 \text{ g HCl}$$

Prin amestecul celor două soluții se obțin 400 g soluție cu un conținut de 65 g HCl. În 100 g soluție vor fi:

$$\frac{65 \cdot 100}{400} = 16{,}25 \text{ g HCl.}$$

Concentrația soluției rezultată este 16,25%.

120. *Cîte grame de hidroxid de potasiu sînt necesare pentru a obține un litru de soluție cu concentrația 12% a cărui densitate este 1,28 g/cm³?*

Masa unui litru de soluție este:

$$m = V \cdot \rho = 1\,000 \cdot 1{,}28 = 1\,280 \text{ g}$$

Cum concentrația soluției obținută este 12%, pentru cele 1 280 g vor fi necesare:

$$\frac{1\,280 \cdot 12}{100} = 153 \text{ g KOH.}$$

121. *Cîte grame de apă trebuie să adăugăm la 200 cm³ de soluție acid clorhidric 22% cu densitatea 1,11 g/cm³, pentru a obține o soluție de acid clorhidric 10%?*

Masa celor 200 cm³ soluție este:

$$m = V \cdot \rho = 200 \cdot 1{,}11 = 222 \text{ g}$$

și conține:

$$\frac{222 \cdot 22}{100} = 48{,}84 \text{ g HCl.}$$

Soluția HCl 10% conține pentru 10 g HCl o cantitate de 90 g H_2O. Deoarece cantitatea de HCl nu se schimbă prin diluare, apa necesară pentru obținerea soluției HCl 10% este:

$$\frac{48{,}8 \cdot 90}{10} = 439{,}56 \text{ g } H_2O.$$

Însă soluția inițială de HCl 22% conținea:

$$222 - 48{,}84 = 173{,}16$$

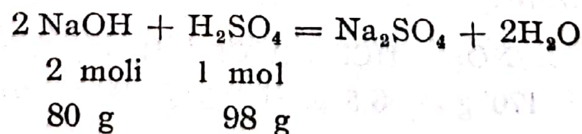
masa soluției	masa HCl	masa apei

Trebuie adăugate deci:

439,56 − 173,16 = 266,40 g H_2O la 200 cm³ soluție HCl 22%, pentru a obține o soluție de 10%.

122. *Cîte grame soluție hidroxid de sodiu 10% sînt necesare pentru neutralizarea a 120 g soluție acid sulfuric 6%?*

Ecuația reacției de neutralizare:



$$2\,NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2H_2O$$

2 moli — 1 mol

80 g — 98 g

În 120 g soluție 6% H_2SO_4 sînt:

$$\frac{120 \cdot 6}{100} = 7{,}2 \text{ g } H_2SO_4$$

Cum pentru 1 mol (98 g) H_2SO_4 sînt necesari pentru neutralizare 2 moli (80 g) NaOH, pentru neutralizarea soluției ce conține 7,2 g H_2SO_4 vor fi necesare:

$$\frac{7{,}2\ \ 80}{98} = 5{,}8 \text{ g NaOH}$$

Însă cum 10 g NaOH se găsesc în 100 g soluție, cele 5,8 g se vor găsi în:

$$\frac{5{,}8\ \ 100}{10} = 58 \text{ g soluție.}$$

Sînt necesare deci, pentru neutralizare, 58 g soluție NaOH 10%.

123. *Pentru a doza soluția unui acid monobazic se folosește o soluție de hidroxid de sodiu conținînd 0,75 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 15 cm³ de soluție acidă sînt necesari 40 cm³ de soluție bazică. Care este concentrația în moli la litru a soluției acide?*

Deoarece se folosește un acid monobazic, 1 mol de acid va reacționa cu 1 mol de bază.

Cum volumele ce au reacționat sînt diferite, înseamnă că și molaritățile sînt diferite, dar raporturile lor sînt invers proporționale:

$$\frac{V \text{ (acid)}}{V \text{ (bază)}} = \frac{\text{molaritatea bazei}}{\text{molaritatea acidului}}.$$

Rezultă:

$$\frac{15}{40} = \frac{0{,}75}{x}$$

$$x = \frac{40 \cdot 0{,}75}{15} = 2 \text{ moli/l.}$$

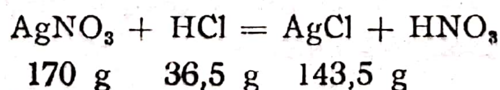
124. *Adăugînd la 100 cm³ soluție de azotat de argint, 7,3 cm³ de soluție acid clorhidric care cuprinde 50 g acid la litru, se precipită tot argintul sub formă de clorură. Se cere:*

a) Care este masa clorurii de argint precipitată?

b) Care este masa de azotat de argint conținută într-un litru de soluție?

c) Dacă masa acidului conținut în cei 7,3 cm³ de soluție acid clorhidric este în stare gazoasă, ce volum ar ocupa în condiții normale?

Reacția de neutralizare:



$$AgNO_3 + HCl = AgCl + HNO_3$$
$$170 \text{ g} \quad 36{,}5 \text{ g} \quad 143{,}5 \text{ g}$$

În 1 000 cm³ soluție se găsesc 50 g HCl, în cei 7,3 cm³ se vor găsi:

$$\frac{7{,}3 \cdot 50}{1\,000} = 0{,}365 \text{ g HCl.}$$

a) Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (170 g) $AgNO_3$ reacţionează cu 1 mol (36,5 g) HCl şi rezultă un mol (143,5 g) AgCl. Clorura precipitată de cele 0,365 g HCl va fi:

$$\frac{0{,}365 \quad 143{,}5}{36{,}5} = 1{,}435 \text{ g}$$

b) Se poate scrie:

$$V_{AgNO} \cdot C_{AgNO_3} = V_{HC} \cdot C_{HCl} \qquad (1)$$

Dacă soluţia de HCl ar conţine 36,5 g/l ar avea o concentraţie normală *n*. Conţinînd însă 50 g HCl/l, are concentraţia:

$$C_{HCl} = \frac{50}{36{,}5} = 1{,}37 \; n$$

Conform cu relaţia (1) obţinem:

$$100 \quad C_{AgNO_3} = 7{,}3 \quad 1{,}37$$

$$C_{AgNO_3} = \frac{7{,}3 \quad 1{,}37}{100} = 0{,}1 \; n.$$

Deoarece la concentraţia $AgNO_3$ 1 *n* corespunde 170 g $AgNO_3$, la o soluţie $AgNO_3$ 0,1 *n* vom avea:

$$\frac{0{,}1 \cdot 170}{1} = 17 \text{ g/l } AgNO_3.$$

c) În condiţii normale 1 mol de gaz ocupă 22,4 l. Deci 36,5 g HCl ocupă 22,4 l. Cele 0,365 g HCl vor ocupa volumul:

$$\frac{0{,}365 \quad 22{,}4}{36{,}5} = 0{,}224 \text{ l}.$$

125. *Cîte grame de acid sulfuric 100% sînt necesare pentru a se obţine 200 cm^3 soluţie molară? Dar 500 cm^3 soluţie normală?*

a) La 1 000 cm^3 soluţie molară H_2SO_4 corespund 98 g H_2SO_4. Pentru 200 cm^3 soluţie molară sînt necesari:

$$\frac{200 \quad 98}{1\,000} = 19{,}6 \text{ g } H_2SO_4.$$

Cum avem H_2SO_4 100%, vor trebui 19,6 g H_2SO_4.

b) O soluţie normală H_2SO_4 conţine $\frac{98}{2}$ g H_2SO_4 la 1 l.

Pentru 500 cm^3 soluţie normală vor fi necesari:

$$\frac{98}{2} \cdot 0{,}5 = 24{,}5 \text{ g } H_2SO_4.$$

126. *Cîți cm^3 soluție de acid clorhidric 26,2 % cu densitatea 1,13 g/cm^3 sînt necesari pentru prepararea a 3 l soluție 0,2 m?*

Pentru 1 l soluție 1 m sînt necesare 36,5 g HCl, iar pentru 1 l soluție 0,2 m : 36,5 · 0,2 g HCl.

Ca să obținem 3 l soluție 0,2 m ne trebuie 36,5·0,2·3 g HCl. Cum soluția inițială are 26,2 g HCl la 100 g soluție, vor fi necesare:

$$\frac{36{,}5 \cdot 0{,}2 \cdot 3 \cdot 100}{26{,}2} = 83{,}58 \text{ g soluție.}$$

Știm că $V = \frac{m}{\rho}$, rezultă:

$$\frac{83{,}58}{1{,}13} = 73{,}9 \text{ cm}^3 \text{ soluție HCl } 26{,}2\%.$$

127. *Formula unei substanțe neionizate dedusă din rezultatele analizei este* $(C_3H_3O)_n$, *n fiind un număr întreg, ceea ce corespunde masei moleculare 55 n. Dizolvînd 10 g din această substanță în 100 g de apă, se ridică temperatura de fierbere cu 0,44°C. Să se determine masa moleculară.*

$$K_e = 0{,}52°$$

Aplicăm legea referitoare la ebulioscopie (legea Raoult):

$$\Delta t = K \frac{1\,000}{M} c \text{ sau } M = K \frac{1\,000}{\Delta t} c$$

unde concentrația c este raportul dintre masa m, a corpului dizolvat și masa m_d de solvent lichid.

$$c = \frac{m_s}{m_d}.$$

În cazul problemei $c = \frac{10}{100} = 0{,}10$, iar $\Delta t = 0{,}44°$.

De unde

$$M = \frac{0{,}52 \cdot 1\,000 \cdot 0{,}10}{0{,}44} = 118.$$

Masa moleculară a substanței este un multiplu de 55 și apropiat de 118, adică:

$$55 \,.\, 2 = 110; \qquad M^* = 110.$$

Formula substanței este deci: $C_6H_6O_2$.

---

* Diferența de la 118 la 110 provine din faptul că ebulioscopia comportă erori experimentale și ea dă numai valoarea aproximativă a masei moleculare.

128. *Prin analiză se obține pentru glucoză formula* $(CH_2O)_n$, *ceea ce corespunde masei moleculare* 30 n.

Pe de altă parte, pentru o soluție de 2 g glucoză în 100 g apă, depresiunea punctului de topire al soluției este 0,2°. Să se găsească masa moleculară exactă a glucozei și formula sa.

Constanta crioscopică: $K_c = 1{,}87°$.

Folosind formula din crioscopie:

$$M = K_c \frac{1\,000}{\Delta t} c \text{ unde } c = \frac{2}{100} = 0{,}02, \text{ iar } \Delta t = 0{,}2°,$$

se obține:

$$M = \frac{1{,}87 \cdot 1\,000 \cdot 0{,}02}{0{,}2} = 187.$$

Masa moleculară a glucozei este multiplu de 30 și cel mai aproape de 187 adică:

$$30 \cdot 6 = 180, \text{ deci } M = 180.$$

Formula moleculară a glucozei este: $C_6H_{12}O_6$.

129. *Să se calculeze depresiunea molară a punctului de topire sau constanta criscopică* K_c *a benzenului, știind că o soluție de 1 g sulfură de carbon în 100 g de benzen, produce o coborîre a temperaturii de 0,65°.*

M — masa moleculară a sulfurii de carbon 76,1; $\Delta t = 0{,}65°$; $c = \frac{1}{100} = 0{,}01$.

Constanta crioscopică se obține din formula:

$$K_c = \frac{M \cdot \Delta t}{1\,000 \cdot c}; \qquad K_c = \frac{76{,}1 \cdot 0{,}65}{1\,000 \cdot 0{,}01} = 4{,}95°$$

130. *Cu cît va crește punctul de fierbere al unei soluții care conține 6,36 g sulf octoatomic în 80 g sulfură de carbon?*

Constanta ebulioscopică a sulfurii de carbon $K_e = 2{,}37°$.

Înlocuind în formula:

$$\Delta t = K_e \frac{1\,000}{M} c$$

M — masa moleculară a sulfului $32 \cdot 8 = 256$; c — concentrația $\frac{6{,}36}{80} = 0{,}079$ se obține:

$$\Delta t = \frac{2{,}37 \cdot 1\,000 \cdot 0{,}079}{256} = 0{,}73°.$$

131. *Ce concentrație procentuală are o soluție obținută prin dizolvarea a 12,5 g clorură de sodiu în 120 g apă?*

Răspuns: 9,43%

132. *O soluție conținînd 397,3 g hidroxid de potasiu la litru are densitatea 1,295 g/cm³. Care este compoziția în procente?*

Răspuns :30,7%

133. *O soluție conținînd 246 g amoniac la litru are densitatea 0,90 g/cm³. Se cere compoziția procentuală a soluției.*

Răspuns : 27,3%

134. *Se amestecă 160 g soluție sulfat de sodiu 8% cu 40 g soluție sulfat de sodiu 32,6%. Să se determine compoziția procentuală a soluției rezultate.*

Răspuns : 12,92%

135. *Cîte grame de carbonat de sodiu sînt necesare pentru a obține 1 l de soluție cu concentrația 16%, a cărui densitate este 1,17 g/cm³?*

Răspuns : 187,5 g Na_2CO_3

136. *Cîte grame de apă trebuie să adăugăm la 100 cm³ de soluție acid sulfuric 30,2% cu densitatea 1,22 g/cm³ pentru a obține o soluție de 20,08%?*

Răspuns : 61,4 g H_2O

137. *Cîte grame soluție de hidroxid de sodiu 20% sînt necesare pentru neutralizarea a 100 g soluție acid sulfuric 7%?*

Răspuns : 28,5 g NaOH 20%

138. *Pentru a doza soluția unui acid bibazic se folosește o soluție de hidroxid de sodiu 0,5 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 5 cm³ de soluție acidă sînt necesari 30 cm³ de soluție bazică. Care este concentrația în moli la litru a soluției acide?*

Răspuns : 3 moli/l

139. *La 50 cm³ soluție de clorură de bariu se adaugă 100 cm³ de soluție acid sulfuric care conține 13,83 g acid la litru și se precipită sulfatul de bariu. Admițînd că reacția este totală să se determine:*

a) masa sulfatului de bariu precipitat;
b) masa clorurii de bariu conținută în 1 l de soluție;
c) molaritatea soluției de clorură de bariu.

Răspuns : *a)* 13,29 g $BaSO_4$;
b) 58,64 g/l $BaCl_2$;
c) 0,28 m

140. *Se diluează la 100 cm³ 2 g acid clorhidrid 36%. Cîți cm³ soluție 0,1 n de hidroxid de sodiu sînt necesari pentru a neutraliza 20 cm³ din acidul diluat.*

Răspuns : 40 cm³ NaOH 0,1 *n*

141. *Cîte grame de hidroxid de sodiu sînt necesare pentru a se obține 300 cm³ soluție molară? Dar 2 l de soluție normală?*

Răspuns: 12 g NaOH ; 80 g NaOH

142. *Cîți cm³ soluție acid sulfuric 16% cu densitatea 1,11 g/cm³ sînt necesari pentru a prepara 1 l soluție de acid n/2? Dar o soluție 0,1 m?*

Răspuns: 138 cm³ H_2SO_4 16% ; 55,1 cm³ H_2SO_4 16%

143. *O soluție ce conține 0,514 g substanță în 50 g apă dă o depresiune a punctului de topire de 0,312°. Să se determine masa moleculară a substanței dizolvate.*

Răspuns: 60

144. *O soluție cu un conținut de 1 g eter (M = 74) în 100 g acid acetic dă o depresiune a punctului de topire de 0,527°. Pe de altă parte o soluție ce conține 4 g din altă substanță în 100 g acid acetic dă o depresiune de 1,592°. Să se calculeze masa moleculară a celei de-a doua substanță.*

Răspuns: 93

145. *Să se calculeze constanta ebulioscopică a cloroformului știind că o soluție de 0,30 g antracen (M = 178) în 5 g cloroform prezintă o urcare a punctului de fierbere, față de cloroform pur, de 1,22°.*

Răspuns: $K_e = 3{,}64°$

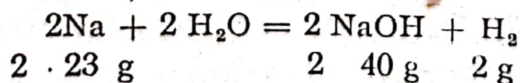
146. *Cu cît va crește punctul de fierbere al unei soluții care conține 4,15 g fosfor tetraatomic în 100 g sulfură de carbon? Constanta ebulioscopică a sulfurii de carbon: $K_e = 2{,}37°$*

Răspuns: 0,8°

IX. Halogenii

147. *La electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu s-au obținut 36 kg hidroxid de sodiu. Ce alte produse au rezultat și în ce cantitate?*

La electroliza soluției apoase de NaCl au loc reacțiile:



la catod: $Na^+ + e^- = Na$

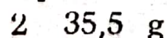


$$2Na + 2\,H_2O = 2\,NaOH + H_2$$

$$2 \cdot 23\text{ g} \qquad\qquad 2 \quad 40\text{ g} \quad 2\text{ g}$$



la anod: $Cl^- - e^- = Cl$



$$Cl + Cl = Cl_2$$

$$2 \quad 35{,}5\text{ g}$$

Se obține în același timp clor, hidrogen și hidroxid de sodiu. (În cazul cînd spațiul anodic este despărțit de cel catodic, printr-o diafragmă.)

Din ecuațiile reacțiilor rezultă:

a) Atunci cînd se formează 2 moli (2 40 g) NaOH se obțin și 2 moli (2 g) H_2. La obținerea a 36 kg NaOH corespund deci:

$$\frac{36 \cdot 2}{2 \cdot 40} = 0{,}9 \text{ kg } H_2$$

b) Cum 1 mol (40 g) NaOH se obține din 1 mol (23 g) Na, pentru a rezulta 36 kg NaOH sînt necesare:

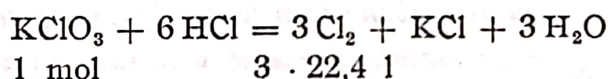
$$\frac{36 \cdot 23}{40} = 20{,}7 \text{ kg Na.}$$

c) La 1 mol (23 g) sodiu corespunde 1 mol (35,5 g) de atomi de clor. Obținîndu-se 20,7 kg Na rezultă și:

$$\frac{20{,}7 \cdot 35{,}50}{23} = 31{,}95 \text{ kg } Cl_2.$$

148. *Să se determine numărul de moli de clorat de potasiu necesari pentru ca prin reacție cu acidul clorhidric să rezulte 200 l clor măsurați la presiunea 768 mm Hg și la 25°C.*

Reacția care are loc este:



$$KClO_3 + 6\,HCl = 3\,Cl_2 + KCl + 3\,H_2O$$
$$1 \text{ mol} \qquad\qquad 3 \cdot 22{,}4 \text{ l}$$

Clorul ocupă, în condiții normale, volumul V_0 pe care-l calculăm cu ajutorul formulei:

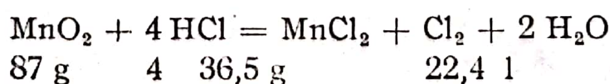
$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t) \quad \text{de unde}$$

$$V_0 = \frac{pV}{p_0(1 + \alpha t)} = \frac{768 \cdot 200}{760 \cdot \left(1 + \frac{1}{273} \cdot 25\right)} = 88{,}8 \text{ l } Cl_2.$$

Din ecuația reacției rezultă că 3 moli ($3 \cdot 22{,}4$ l) Cl_2 se obțin dintr-un mol de $KClO_3$, atunci 88,8 l Cl_2 rezultă din:

$$\frac{88{,}8 \cdot 1}{3 \cdot 22{,}4} = 1{,}3 \text{ moli } KClO_3.$$

149. *Ce cantitate de acid clorhidric de concentrație 38% este necesară pentru a reacționa total cu 100 g bioxid de mangan? Care este volumul clorului care se dezvoltă în condiții normale?*



$$MnO_2 + 4\,HCl = MnCl_2 + Cl_2 + 2\,H_2O$$
$$87 \text{ g} \quad 4 \cdot 36{,}5 \text{ g} \qquad\qquad 22{,}4 \text{ l}$$

Cum 87 g MnO_2 reacţionează cu 4 · 36,5 HCl, pentru 100 g MnO_2 vor fi necesare:

$$\frac{100 \cdot 4 \cdot 36,5}{87} = 167 \text{ g HCl}$$

Deoarece în 100 g soluţie HCl se găsesc 38 g HCl, cele 167 g HCl necesare se vor găsi în:

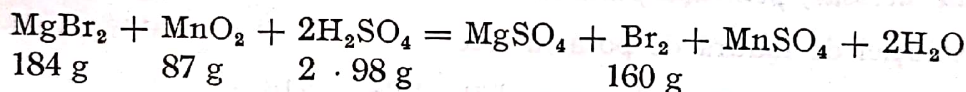
$$\frac{167 \cdot 100}{38} = 439 \text{ g soluţie HCl } 38\%.$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că folosind 87 g MnO_2 se obţin 22,4 l Cl_2. La 100 g MnO_2 corespund:

$$\frac{100 \cdot 22,4}{87} = 25,7 \text{ l } Cl_2.$$

150. *O soluţie care conţine 0,3% bromură de magneziu este tratată cu piroluzită şi cu acid sulfuric de 53° Bé. Calculaţi pentru tona tratată:*
a) masa bromului obţinut, dacă se produce în cursul operaţiilor o pierdere de 2,5%;
b) masa de piroluzită, întrebuinţată dacă ea conţine 87,5% bioxid de mangan;
c) masa de acid sulfuric de 53° Bé folosită în reacţie, fiind necesar un exces de 5%. (Acidul sulfuric de 53° Bé conţine 66,7% acid şi 33,3% apă.)

Are loc reacţia:



$$\underset{184\text{ g}}{MgBr_2} + \underset{87\text{ g}}{MnO_2} + \underset{2\cdot 98\text{ g}}{2H_2SO_4} = MgSO_4 + \underset{160\text{ g}}{Br_2} + MnSO_4 + 2H_2O$$

Dacă 0,3 kg $MgBr_2$ se găsesc în 100 kg soluţie, într-o tonă vor fi:

$$\frac{0,3 \cdot 1\,000}{100} = 3 \text{ kg } MgBr_2.$$

a) Cum din 1 mol (184 g) $MgBr_2$ se obţine 1 mol (160 g) Br_2, din cele 3 kg $MgBr_2$ rezultă:

$$\frac{3 \cdot 160}{184} = 2,6 \text{ kg } Br_2.$$

Ţinînd seama că pierderile sînt 2,5%, la 2,6 kg Br_2 vor fi:

$$\frac{2,6 \cdot 2,5}{100} = 0,065 \text{ kg.}$$

Bromul obţinut: 2,6 — 0,065 = 2,535 kg.

b) Din ecuaţia reacţiei se vede că pentru 1 mol (160 g) brom corespunde 1 mol (87 g) MnO_2. Cele 2,535 kg Br_2 se vor obţine din:

$$\frac{2,535 \cdot 87}{160} = 1,4 \text{ kg } MnO_2.$$

Dacă 87,5 kg MnO_2 sînt conținute în 100 kg minereu, 1,4 kg MnO_2 se vor găsi în:

$$\frac{1,4 \quad 100}{87,5} = 1,6 \text{ kg piroluzită.}$$

c) Din ecuația reacției rezultă că pentru a se obține 1 mol (160 g) Br_2 sînt necesari 2 moli (2   98 g) H_2SO_4. Pentru obținerea a 2,6 kg Br_2 vor trebui:

$$\frac{2,6 \quad 196}{160} = 3,18 \text{ kg } H_2SO_4.$$

Excesul de 5% reprezintă:

$$\frac{3,18 \cdot 5}{100} = 0,16 \text{ kg } H_2SO_4$$

H_2SO_4 folosit în reacție este:

$$3,18 + 0,16 = 3,34 \text{ kg.}$$

Ținînd seama că se folosește H_2SO_4 de concentrație 66,7%, cantitatea de soluție necesară este:

$$\frac{3,34 \cdot 100}{66,7} = 5 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ de concentrație } 66,7\%$$

151. *Prin 200 cm³ soluție de iodură de potasiu cu concentrația 10% și densitatea 1,08 g/cm³ se trece clor gazos. Care este volumul clorului măsurat în condiții normale necesar, pentru a pune în libertate din iodură tot iodul?*

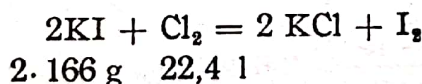
Masa soluției de iodură de potasiu este:

$$m = V \cdot \rho = 200 \quad 1,08 = 216 \text{ g}$$

Dacă 100 g soluție KI conțin 10 g KI, în 216 g soluție se vor găsi:

$$\frac{216 \cdot 10}{100} = 21,6 \text{ g KI.}$$

Din ecuația reacției care are loc:



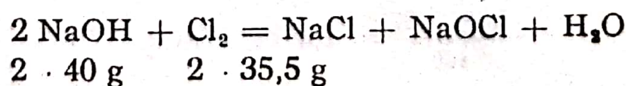
$$2KI + Cl_2 = 2\,KCl + I_2$$
$$2 \cdot 166 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

reiese că 2 moli (2 · 166 g) KI reacționează cu 1 mol (22,4 l) Cl_2. Cele 21,6 g KI vor intra în reacție cu:

$$\frac{21,6 \cdot 22,4}{332} = 1,45 \text{ l } Cl_2.$$

152. *Să se calculeze cît clor, în grame și în litri la 765 mm Hg și 25° sînt necesari pentru a transforma 2 kg soluție hidroxid de sodiu 35% în hipoclorit de sodiu.*

Reacția care are loc este:



$$2\,NaOH + Cl_2 = NaCl + NaOCl + H_2O$$
$$2 \cdot 40 \text{ g} \qquad 2 \cdot 35,5 \text{ g}$$

Dacă 100 kg soluţie conţine 35 kg NaOH, în 2 kg soluţie vor fi:

$$\frac{2 \cdot 35}{100} = 0{,}7 \text{ kg} = 700 \text{ g NaOH}.$$

Din ecuaţia reacţiei reiese că 2 moli (2 · 40 g) NaOH reacţionează cu 1 mol (2 · 35,5 g)Cl_2, cele 700 g NaOH vor reacţiona cu:

$$\frac{700 \cdot 71}{2 \cdot 40} = 621{,}25 \text{ g } Cl_2$$

Cum 1 mol (71 g) Cl_2 ocupă volumul 22,4 l, în condiţii normale, 621,25 g clor vor ocupa volumul:

$$\frac{621{,}25 \cdot 22{,}4}{71} = 196 \text{ l } Cl_2$$

În condiţiile date, volumul ocupat de clor se obţine folosind formula:

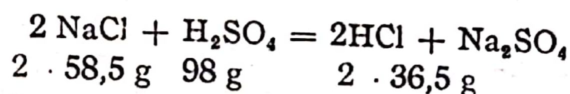
$$pV = \frac{p_0V_0}{273}(273 + t) \text{ de unde } V = \frac{p_0V_0}{273p}(273 + t)$$

Înlocuind rezultă:

$$V = \frac{760 \cdot 196}{273 \cdot 765}(273 + 25) = 210{,}7 \text{ l } Cl_2$$

153. *Ce cantităţi de acid sulfuric 93,5% şi de clorură de sodiu sînt necesare pentru a prepara 2 kg soluţie acid clorhidric de concentraţie 20,2%, dacă pierderile în timpul preparării sînt de 2%?*

Scriem ecuaţia chimică a reacţiei:



$$\underset{2 \cdot 58{,}5 \text{ g}}{2\,NaCl} + \underset{98 \text{ g}}{H_2SO_4} = \underset{2 \cdot 36{,}5 \text{ g}}{2HCl} + Na_2SO_4$$

Ştiind că 100 kg soluţie HCl conţine 20,2 kg HCl, în cele 2 kg soluţie HCl pe care trebuie să le obţinem vor fi:

$$\frac{20{,}2 \cdot 2}{100} = 0{,}404 \text{ kg HCl}$$

Ţinînd seama de pierderi, cum la 100 kg pierderile sînt 2 kg, la 0,404 kg vor fi:

$$\frac{0{,}404 \cdot 2}{100} = 0{,}008 \text{ kg}.$$

HCl total: 0,404 + 0,008 = 0,412 kg HCl.

Din ecuaţia reacţiei se constată că pentru a rezulta 2 moli (2 · 36,5 g) HCl este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4. Pentru obţinerea a 0,412 kg HCl trebuie:

$$\frac{0{,}412 \cdot 98}{2 \cdot 36{,}5} = 0{,}553 \text{ kg } H_2SO_4$$

Deoarece acidul folosit conţine 93,5 kg H_2SO_4 la 100 kg soluţie, cele 0,553 kg H_2SO_4 necesare preparării HCl se vor găsi în:

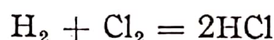
$$\frac{0{,}553 \cdot 100}{93{,}5} = 0{,}591 \text{ kg } H_2SO_4 \ 66°\text{Bé}.$$

Pentru a afla NaCl necesară observăm din ecuaţia reacţiei că 1 mol (36,5 g) HCl se obţine din 1 mol (58,5 g) NaCl. Pentru obţinerea celor 0,412 kg HCl vor trebui:

$$\frac{0{,}412 \cdot 58{,}5}{36{,}5} = 660{,}3 \text{ kg NaCl}.$$

154. *La fabricarea acidului clorhidric de sinteză se folosesc 22,4 m³ de hidrogen pe oră. Acidul clorhidric obţinut se dizolvă în apă astfel că soluţia obţinută să aibă o concentraţie de 36,5%. Se cere:*
a) cantitatea în kmoli de acid clorhidric fabricat într-o oră;
b) cantitatea de clorură de sodiu folosită la electroliză pentru a obţine clorul necesar.

a) Reacţia de obţinere a HCl prin sinteză,:

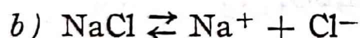


$$H_2 + Cl_2 = 2HCl$$

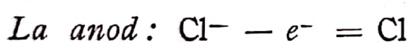
Ştiind că 1 mol H_2 ocupă volumul 22,4 l, cei 22 400 l H_2 folosiţi pe oră corespund la:

$$\frac{22\,400 \cdot 1}{22{,}4} = 1\,000 \text{ moli } H_2$$

Din ecuaţia reacţiei se vede că un mol de H_2 se combină cu un mol de clor şi se obţin 2 moli HCl. La reacţia a 1 000 moli H_2 cu clorul vor rezulta 2 000 moli HCl = 2 kmoli HCl.



b) $NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$



La anod: $Cl^- - e^- = Cl$



$Cl + Cl = Cl_2$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că pentru obţinerea a 1/2 mol Cl_2 este necesar 1 mol NaCl. Pentru cei 1 000 moli Cl_2 trebuie:

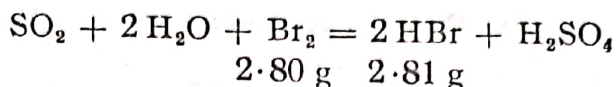
$$\frac{1\,000 \cdot 1}{0{,}5} = 2\,000 \text{ moli NaCl}.$$

Cum 1 mol NaCl = 58,5 g, cei 2 000 moli NaCl reperzintă:

$$58{,}5 \cdot 2\,000 = 117\,000 \text{ g} = 117 \text{ kg NaCl}.$$

155. *Se prepară 2 kg acid bromhidric de concentraţie 48% prin acţiunea anhidridei sulfuroase asupra apei de brom. Arhidrida sulfuroasă este obţinută prin combustia sulfului de puritate 99,2%.*
Dacă în cursul preparării se produc pierderi de 1%, ce masă de brom şi de sulf se foloseşte?

Ecuaţia reacţiei chimice este:



$$SO_2 + 2\,H_2O + Br_2 = 2\,HBr + H_2SO_4$$
$$\qquad\qquad\qquad 2 \cdot 80\ g \quad 2 \cdot 81\ g$$

Dacă 100 kg soluţie HBr conţine 48 kg HBr cele 2 kg HBr pe care voim să le preparăm conţin:

$$\frac{2 \cdot 48}{100} = 0{,}96\ kg\ HBr$$

Cum la 100 kg HBr se pierde 1 kg, la 0,96 kg HBr avem pierderea:

$$\frac{0{,}96 \quad 1}{100} = 0{,}0096\ kg$$

Deci HBr total $= 0{,}96 + 0{,}0096 = 0{,}9696\ kg = 969{,}6\ g$

a) Din ecuaţia reacţiei reiese că 2 moli (2 · 81 g) HBr se obţin din 2 moli (2 80 g) Br_2. Cele 969,6 g HBr rezultă din:

$$\frac{969{,}6 \cdot 2 \cdot 80}{2 \cdot 81} = 957{,}6\ g\ Br_2$$

b) Aşa cum reiese din ecuaţia chimică, la 2 moli (2 81 g) HBr corespunde 1 mol (32 g) S atomic. Pentru cele 969,6 g HBr vor fi necesare:

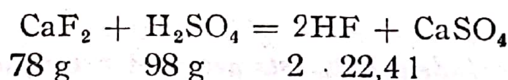
$$\frac{969{,}6 \cdot 32}{2 \cdot 81} = 191{,}5\ g\ S$$

Ţinînd seama că 99,2 g S se găsesc în 100 g S impur, cele 191,5 g S se vor găsi în:

$$\frac{191{,}5 \cdot 100}{99{,}2} = 193\ g\ S\ \text{cu impurităţi.}$$

156. *Ce cantitate de fluorină de 98% puritate este necesară spre a reacţiona total cu 200 g soluţie acid sulfuric 40%? Ce volum de acid fluorhidric rezultă?*

Are loc reacţia:



$$CaF_2 + H_2SO_4 = 2HF + CaSO_4$$
$$78\ g \qquad 98\ g \qquad 2 \cdot 22{,}4\ l$$

Dacă 100 g soluţie conţin 40 g H_2SO_4, cele 200 g soluţie, care reacţionează total, conţin 80 g H_2SO_4.

Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (98 g) H_2SO_4 reacţionează cu 1 mol (78 g) CaF_2, cele 80 g H_2SO_4 vor participa la reacţie cu

$$\frac{80 \cdot 78}{98} = 63{,}6\ g\ CaF_2$$

Deoarece puritatea fluorinei este 98% adică 99 g CaF_2 se găsesc în 100 g fluorină, 63,6 g CaF_2 se vor găsi în:

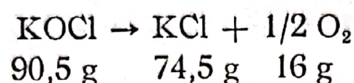
$$\frac{63{,}6 \cdot 100}{98} = 64{,}8\ g\ \text{fluorină.}$$

Pentru a afla volumul de HF rezultat, din ecuația reacției reiese că la 98 g H_2SO_4 corespund 2 · 22,4 l HCl.Cum au reacționat 80 g H_2SO_4, obținem:

$$\frac{80 \cdot 44{,}8}{98} = 36{,}5 \text{ l HF}.$$

157. *Se încălzesc 36,2 g hipoclorit de potasiu. Ce produse și în ce cantitate rezultă?*

Prin încălzirea KOCl se obține clorură de potasiu și oxigen, conform reacției:



$$KOCl \rightarrow KCl + 1/2\ O_2$$
$$90{,}5 \text{ g} \quad 74{,}5 \text{ g} \quad 16 \text{ g}$$

Dacă din 1 mol (90,5 g) KOCl se obține 1 mol (74,5 g) KCl, din 36,2 g KOCl rezultă:

$$\frac{36{,}2 \cdot 74{,}5}{90{,}5} = 29{,}8 \text{ g KCl}.$$

Cum din 1 mol KOCl rezultă 1/2 mol (16 g) O_2, din 36,2 g KOCl se vor obține:

$$\frac{36{,}2 \cdot 16}{90{,}5} = 6{,}17 \text{ g } O_2.$$

158. *S-au obținut 10,08 m^3 de clor, măsurat în condiții normale, prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu. Să se calculeze:*

a) masa hidroxidului de sodiu rezultat;

b) masa și volumul hidrogenului degajat la catod, măsurat la 26° și 758 mm Hg.

Răspuns: a) 36 kg NaOH; *b)* 0,9 kg H_2; 10,32 $m^3 H_2$

159. *Să se determine cantitatea de clorat de potasiu necesară ca prin reacție cu acidul clorhidric să rezulte 50 l clor măsurat la 27° și 0,9 atm.*

Răspuns: 74,6 g $KClO_3$

160. *Ce cantitate de acid clorhidric 24% este necesară pentru a reacționa cu 50 g bioxid de mangan? Dar cu 50 g permanganat de potasiu? Ce volum de clor, la 0° și 1 atm, se obține în cele două cazuri?*

Răspuns: 349,5 g HCl 24%; 416,6 g HCl 24%; 12,8 l Cl_2; 17,7 l Cl_2

161. *O soluție care conține 0,3% bromură de argint este tratată cu piroluzită și acid sulfuric 62%. Să se calculeze pentru tona tratată:*

a) masa bromului obținut;

b) masa de piroluzită folosită dacă ea conține 90% bioxid de mangan;

c) masa de acid sulfuric intrată în reacție.

Răspuns: a) 1,25 kg Br_2; *b)* 779,5 g piroluzită; *c)* 255,4 kg H_2SO_4 62%

162. *Se folosesc 2,9 l clor, măsurați la 0° și 1 atm, pentru a pune în libertate iodul dintr-o soluție de iodură de potasiu cu concentrația 8%. Să se determine :*
a) masa de iod obținută ;
b) cantitatea de iodură de potasiu care a participat la reacție.

Răspuns : a) 32,8 g I_2; *b)* 537,5 g KI 8%

163. *Cîți litri de clor, în condiții normale, sînt necesari pentru a transforma 1 kg soluție de hidroxid de sodiu 37% în hipoclorit de sodiu ?*

Răspuns : 103,6 l Cl_2

164. *Ce cantitate de acid clorhidric 20% se obține tratînd 500 g clorură de sodiu cu acid sulfuric în exces, dacă randamentul reacției este 94% ?*

Răspuns : 1465 g HCl 20%

165. *Se prepară 25 kg acid clorhidric 32% prin acțiunea acidului sulfuric de concentrație 92% asupra clorurii de sodiu. Dacă pierderile în timpul preparării sînt 6 % să se calculeze :*
a) masa clorurii de sodiu necesară ;
b) masa acidului sulfuric care a participat la reacție.

Răspuns : a) 13,5 kg NaCl ; *b)* 12,29 kg H_2SO_4 92%

166. *De cîți litri în condiții normale, și de cîte grame de acid clorhidric este nevoie pentru a prepara 280 cm³ acid clorhidric 2,4 m ?*

Răspuns : 24,505 g HCl ; 15,053 l HCl

167. *Cîți litri de acid clorhidric la 20° și 748 mm Hg au fost dizolvați în 1 cm³ apă dacă 10 cm³ din acidul diluat care are densitatea 1,125 g/cm³ necesită pentru neutralizare 72,6 cm³ soluție hidroxid de sodiu 1 n ?*

Răspuns : 208,58 cm³ HCl

168. *Se prepară 1 kg acid bromhidric 60% prin acțiunea bioxidului de sulf asupra apei de brom. Bioxidul de sulf se obține prin combustia sulfului care conține 1 % impurități. Să se determine masa de brom și sulf ce se folosește.*

Răspuns : 592,5 g Br_2; 119,7 g S

169. *Reacționează 100 g acid sulfuric 60% cu fluorină de puritate 88%. Se cere :*
a) masa de fluorină necesară ;
b) volumul de acid fluorhidric rezultat, la 0° și 1 atm.

Răspuns : a) 54,5 g CaF_2; *b)* 27,4 l HF

170. *Ce produse și în ce cantitate se obțin prin încălzirea la temperatură înaltă a 181 g hipoclorit de potasiu ?*

Răspuns : 149 g KCl ; 30,85 g O_2

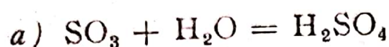
X. Acizi, baze, săruri

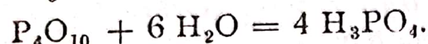
171. *Să se dea cîte două exemple de reacții de obținere a acizilor prin*

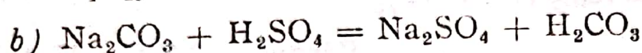
a) reacția unei anhidride acide cu apa ;

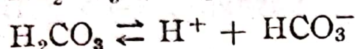
b) reacția de deplasare a acizilor slabi din sărurile lor prin acizi tari. Să se precizeze și cum disociază acizii obținuți ;

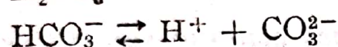
c) sinteză directă din elemente.

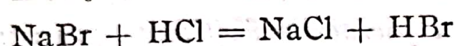
a) 
$SO_3 + H_2O = H_2SO_4$


$P_4O_{10} + 6\ H_2O = 4\ H_3PO_4.$

b) 
$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2CO_3$

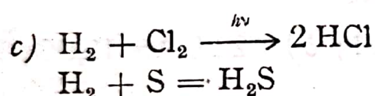

$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^-$


$HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-}$


$NaBr + HCl = NaCl + HBr$

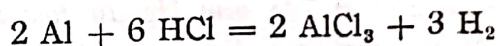

$HBr \rightleftarrows H^+ + Br^-$

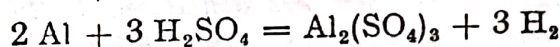
Acizii rezultați sînt forate puțin disociați.

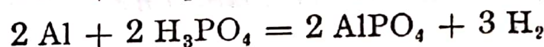
c) 
$H_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} 2\ HCl$

$H_2 + S = H_2S$

172. *Să se scrie ecuațiile reacțiilor dintre aluminiu și un acid monobazic, un acid bibazic și un acid tribazic. Cîți moli de acid reacționează în fiecare caz, dacă în reacție intră 2 moli de aluminiu. Să se interpreteze rezultatele.*


$$2\ Al + 6\ HCl = 2\ AlCl_3 + 3\ H_2$$

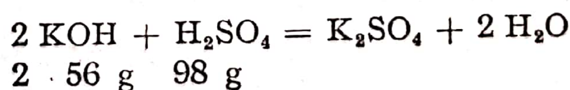

$$2\ Al + 3\ H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3\ H_2$$

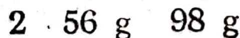

$$2\ Al + 2\ H_3PO_4 = 2\ AlPO_4 + 3\ H_2$$

Cu cît crește numărul de protoni din molecula acidului, scade numărul de moli de acid care reacționează cu o cantitate dată de Al.

173. *Cîți centimetri cubi dintr-o soluție de acid sulfuric de concentrație 28% (ρ = 1,205 g/cm³) se vor folosi pentru neutralizarea a 100 cm³ soluție de hidroxid de potasiu cu concentrație 20% (ρ = 1,176 g/cm³)?*

Scriem ecuația reacției de neutralizare:


$$2\ KOH + H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ H_2O$$


$$2 \cdot 56\ g \quad 98\ g$$

Masa soluției de KOH este:

$$M = V \quad \rho = 100 \quad 1{,}176 = 117{,}6\ g$$

Cum 100 g soluţie conţin 20 g KOH, la 117,6 g soluţie corespund:

$$\frac{117{,}6 \cdot 20}{100} = 23{,}52 \text{ g KOH.}$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că 2 moli ($2 \cdot 56$ g) KOH se neutralizează cu 1 mol (98 g) H_2SO_4 şi deci pentru neutralizarea a 23,52 g KOH vor fi necesare:

$$\frac{23{,}52 \cdot 98}{2 \cdot 56} = 20{,}58 \text{ g } H_2SO_4$$

Deoarece 100 g soluţie conţine 28 g H_2SO_4, cele 20,58 g H_2SO_4 se vor găsi în:

$$\frac{20{,}58 \cdot 100}{28} = 73{,}5 \text{ g soluţie } H_2SO_4 \text{ } 20\%.$$

Volumul soluţiei este:

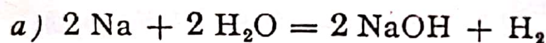
$$V = \frac{M}{\rho} = \frac{73{,}5}{1{,}205} = 61 \text{ cm}^3 \text{ } H_2SO_4 \text{ } 20\%.$$

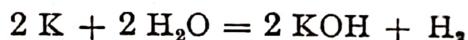
174. *Să se dea cîte două exemple de reacţii de obţinere a bazelor prin:*

a) reacţia dintre un metal şi apă;

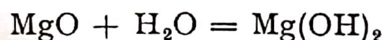
b) reacţia dintre un oxid metalic şi apă;

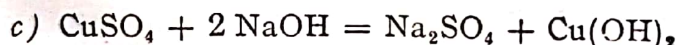
c) reacţia de deplasare a bazelor slabe din sărurile lor prin baze tari.

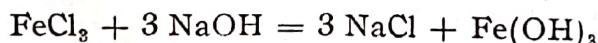
a) 
$2\,Na + 2\,H_2O = 2\,NaOH + H_2$


$2\,K + 2\,H_2O = 2\,KOH + H_2$

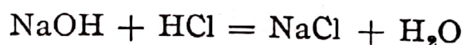
b) 
$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$

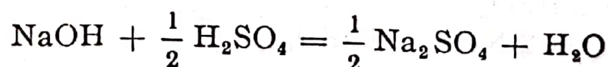

$MgO + H_2O = Mg(OH)_2$

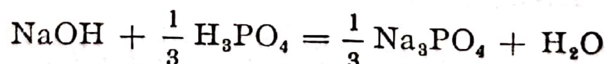
c) 
$CuSO_4 + 2\,NaOH = Na_2SO_4 + Cu(OH)_2$


$FeCl_3 + 3\,NaOH = 3\,NaCl + Fe(OH)_3$

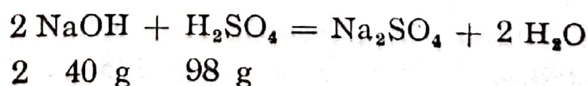
175. *Să se scrie ecuaţiile reacţiilor dintre un mol de bază* ***monoacidă*** *şi* ***un*** *acid monobazic, un acid bibazic şi un acid tribazic.*


$$NaOH + HCl = NaCl + H_2O$$


$$NaOH + \frac{1}{2} H_2SO_4 = \frac{1}{2} Na_2SO_4 + H_2O$$


$$NaOH + \frac{1}{3} H_3PO_4 = \frac{1}{3} Na_3PO_4 + H_2O$$

176. *Ce molaritate are o soluţie de hidroxid de sodiu, din care 200 cm³* ***sînt*** *neutralizaţi de 196 g soluţie acid sulfuric 12,5%?*


$$2\,NaOH + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$
$$2 \cdot 40 \text{ g} \quad 98 \text{ g}$$

196 g soluție H_2SO_4 12,5% conține:

$$\frac{196 \cdot 12,5}{100} = 24,5 \text{ g } H_2SO_4$$

Conform ecuației, 1 mol (98 g) H_2SO_4 neutralizează 2 moli (2 · 40 g) NaOH și deci 24,5 g H_2SO_4 vor neutraliza:

$$\frac{24,5 \cdot 80}{98} = 20 \text{ g NaOH}$$

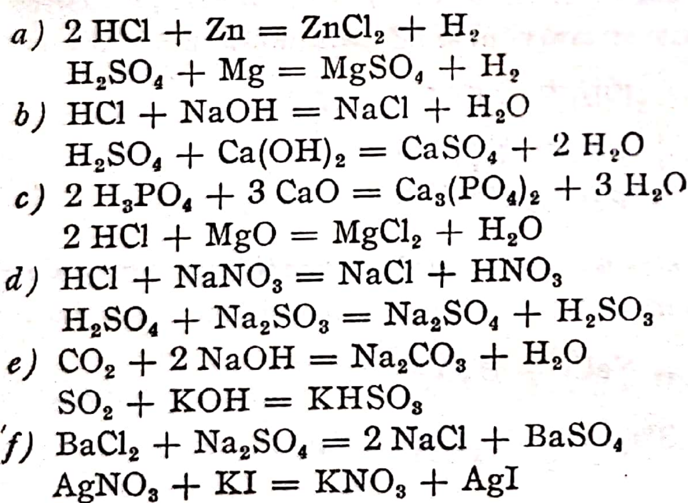
Cum 200 cm^3 soluție conțin 20 g NaOH, 1 000 cm^3 soluție vor conține:

$$\frac{1\,000 \cdot 20}{200} = 100 \text{ g NaOH.}$$

Deoarece un mol de hidroxid de sodiu = 40 g NaOH, molaritatea soluției este:

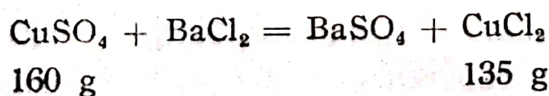
$$\frac{100}{40} = 2,5 \text{ m.}$$

177. *Să se dea cîte două exemple de obținere a sărurilor prin*
a) reacția dintre un acid și un metal,
b) reacția dintre un acid și o bază,
c) reacția dintre un acid și un oxid bazic,
d) reacția dintre un acid și o sare,
e) reacția dintre un oxid acid și o bază,
f) reacția dintre două săruri.



a) $2\,HCl + Zn = ZnCl_2 + H_2$
$H_2SO_4 + Mg = MgSO_4 + H_2$
b) $HCl + NaOH = NaCl + H_2O$
$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 = CaSO_4 + 2\,H_2O$
c) $2\,H_3PO_4 + 3\,CaO = Ca_3(PO_4)_2 + 3\,H_2O$
$2\,HCl + MgO = MgCl_2 + H_2O$
d) $HCl + NaNO_3 = NaCl + HNO_3$
$H_2SO_4 + Na_2SO_3 = Na_2SO_4 + H_2SO_3$
e) $CO_2 + 2\,NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$
$SO_2 + KOH = KHSO_3$
f) $BaCl_2 + Na_2SO_4 = 2\,NaCl + BaSO_4$
$AgNO_3 + KI = KNO_3 + AgI$

178. *Se prepară clorură cuprică prin reacția dintre sulfatul de cupru anhidru și clorura de bariu. Ce cantitate de clorură cuprică se obține din 100 kg sulfat de cupru de puritate 98%, dacă pierderile sînt de 2%?*



$$CuSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + CuCl_2$$
160 g   135 g

Conform ecuației reacției din 1 mol (160 g) $CuSO_4$ se obține 1 mol (135 g) $CuCl_2$. Din cele 98 kg $CuSO_4$ rezultă:

$$\frac{98 \cdot 135}{160} = 82{,}6 \text{ kg } CuCl_2.$$

Pierderile sînt:

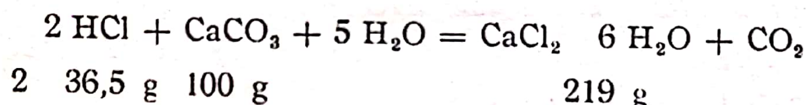
$$\frac{82{,}6 \cdot 2}{100} = 1{,}6 \text{ kg}.$$

Cantitatea de $CuCl_2$ obținută este:

$$82{,}6 - 1{,}6 = 81 \text{ kg } CuCl_2$$

179. *Ce cantitate de carbonat de calciu de puritate 90% și de acid clorhidric de concentrație 36% sînt necesare pentru a obține 300 g clorură de calciu cristalizată cu șase molecule de apă?*

Are loc reacția:



$$2\,HCl + CaCO_3 + 5\,H_2O = CaCl_2\ \ 6\,H_2O + CO_2$$
$$2\ \ 36{,}5 \text{ g} \quad 100 \text{ g} \qquad\qquad\qquad 219 \text{ g}$$

din care rezultă că 1 mol (219 g) $CaCl_2\ \ 6\,H_2O$ provine din 1 mol (100 g) $CaCO_3$. Cele 300 g $CaCl_2\ \ 6\,H_2O$ rezultă din:

$$\frac{300 \cdot 100}{219} = 137 \text{ g } CaCO_3.$$

Ținînd seama că 90 g $CaCO_3$ se găsesc în 100 g $CaCO_3$ impur, va fi necesară cantitatea:

$$\frac{137 \cdot 100}{90} = 152{,}2 \text{ g } CaCO_3 \text{ de puritate } 90\%.$$

Cum pentru a obține 1 mol (219 g) $CaCl_2\ \ 6\,H_2O$ sînt necesari 2 moli (2 36,5 g) HCl, pentru 300 g $CaCl_2\ \ 6\,H_2O$ sînt necesari:

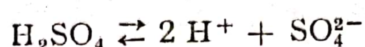
$$\frac{300 \cdot 73}{219} = 100 \text{ g HCl}$$

Concentrația HCl fiind 36%, rezultă:

$$\frac{100 \cdot 100}{36} = 277 \text{ g soluție HCl } 36\%.$$

180. *Care sînt produsele eliberate la electrozi prin electroliza unei soluții diluate de acid sulfuric, într-un voltametru cu electrozi de platină?*

In soluţie diluată, H_2SO_4 este disociat în majoritate în ioni:



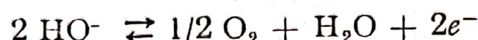
$$H_2SO_4 \rightleftarrows 2\,H^+ + SO_4^{2-}$$

La catod ionii H^+ primesc electroni şi trec în atomi de hidrogen, care se unesc cîte doi spre a forma o moleculă de hidrogen H_2. Această reacţie se poate reprezenta astfel:



$$2\,H^+ + 2\,e^- \rightarrow 2\,H \rightarrow H_2$$

La anod ionii SO_4^{2-}, deşi iau parte la transportul curentului electric, nu se descarcă. În locul acestor ioni se descarcă anionul HO^- al apei:



$$2\,HO^- \rightleftarrows 1/2\,O_2 + H_2O + 2e^-$$

Ionul H^+ al apei, rămas în soluţie, formează cu ionul SO_4^{2-} acid sulfuric, în parte ionizat. Cantitatea de H_2SO_4 din soluţie rămîne neschimbată.

Deci în cursul electrolizei la catod se degajă hidrogen, iar la anod oxigen.

181. *O soluţie conţinînd $3 \cdot 10^{-8}$ moli/l ioni H_3O^+ este acidă sau bazică? Dar dacă ar conţine $5 \cdot 10^{-9}$ moli/l ioni HO^-?*

În primul caz, soluţia are concentraţia ionilor de hidroniu, exprimată în moli la litru, mai mică decît 10^{-7} şi este bazică.

În cazul al doilea, ţinînd seama că produsul între concentraţia ionilor de hidroniu şi al ionilor hidroxil este o constantă $K = 10^{-14}$, scriem:

$$[H_3O^+][HO^-] = 10^{-14} \text{ şi cum } [HO^-] = 5 \cdot 10^{-9}, \text{ rezultă}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{5 \cdot 10^{-9}} = 0{,}2 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ moli/l}$$

Concentraţia ionilor de hidroniu fiind mai mare de 10^{-7}, soluţia apoasă este acidă.

182. *Disocierea unui acid în apă dă naştere unui ion hidroniu şi unui radical acid. Cum se va prezenta disocierea unui acid în alt solvent decît apa, de exemplu în metanol?*

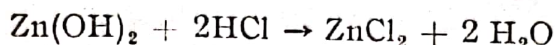
În orice solvent, ionul H^+ nu poate exista independent atît din cauza micimii sale (rază de aproximativ 10^{-13} cm) cît şi din cauza cîmpului electric enorm din jurul său şi sarcinii sale concentrate într-un volum foarte mic — volumul nucleului de hidrogen. El se leagă de o moleculă care are caracter de donor de electroni, cum ar fi apa, alcoolul etc.



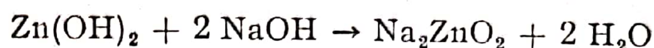
$$HCl + CH_3OH \rightarrow CH_3OH_2^+ + Cl^-$$

183. *Să se scoată în evidenţă caracterul amfoter al hidroxizilor: $Zn(OH)_2$ şi $Al(OH)_3$, scriind reacţiile lor cu acizii şi cu hidroxizii alcalini.*

Acești hidroxizi au caracter amfoter, deoarece reacționează atît cu acizii cît și u hidroxizii alcalini. Ei sînt baze foarte slabe și reacționează cu acizii diluați, dînd săruri, dar au și caracter slab acid, dizolvîndu-se în hidroxizii alcalini.

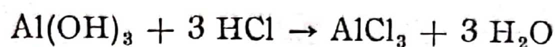


$$Zn(OH)_2 + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + 2\,H_2O$$

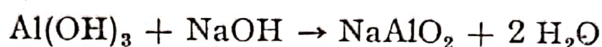


$$Zn(OH)_2 + 2\,NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + 2\,H_2O$$

(Na_2ZnO_2 — zincat de sodiu)



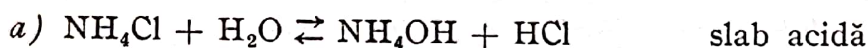
$$Al(OH)_3 + 3\,HCl \rightarrow AlCl_3 + 3\,H_2O$$



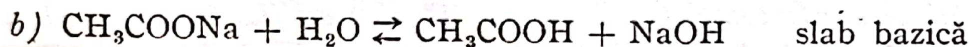
$$Al(OH)_3 + NaOH \rightarrow NaAlO_2 + 2\,H_2O$$

($NaAlO_2$ — metaaluminat de sodiu.)

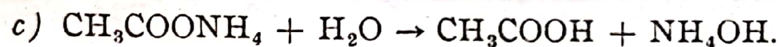
184. *Să se scrie ecuațiile reacțiilor de hidroliză a sărurilor provenite: a) de la un acid tare cu o bază slabă, b) acid slab cu bază tare și c) acid slab cu bază slabă. De ce nu hidrolizează sărurile provenite de la acizi tari cu baze tari?*



a) $NH_4Cl + H_2O \rightleftarrows NH_4OH + HCl$ slab acidă



b) $CH_3COONa + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + NaOH$ slab bazică

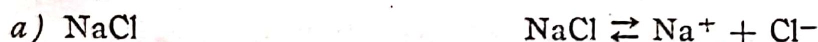


c) $CH_3COONH_4 + H_2O \rightarrow CH_3COOH + NH_4OH$.

În toate cazurile, în urma hidrolizei se formează unul sau doi produși nedisociați (greu disociabili).

Sărurile provenite din acizi tari cu baze tari ar da prin hidroliză doi produși complet disociați, care reacționează rapid și reformează sarea.

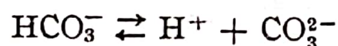
185. *Să se scrie sărurile provenite: a) de la un acid monobazic, b) unul bibazic și c) unul tribazic cu un metal monovalent și să se arate cum disociază în soluție.*



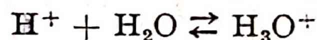
a) $NaCl$ $\quad NaCl \rightleftarrows Na^+ + Cl^-$



b) $NaHCO_3$ $\quad NaHCO_3 \rightleftarrows Na^+ + HCO_3^-$



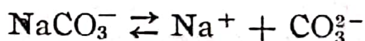
$$HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-}$$



$$H^+ + H_2O \rightleftarrows H_3O^+$$



Na_2CO_3 $\quad Na_2CO_3 \rightleftarrows Na^+ + NaCO_3^-$



$$NaCO_3^- \rightleftarrows Na^+ + CO_3^{2-}$$



c) NaH_2PO_4 $\quad NaH_2PO_4 \rightleftarrows Na^+ + H_2PO_4^-$



$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$ $\quad H^+ + H_2O \rightleftarrows H_3O^+$

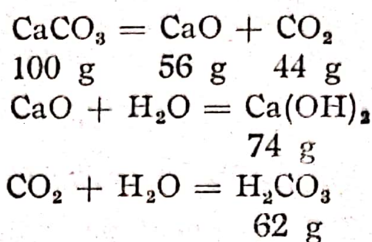


$HPO_4^{2-} \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$ $\quad H^+ + H_2O \rightleftarrows H_3O^+$

Na_2HPO_4 și Na_3PO_4 disociază în mod analog cu exemplul anterior.

186. *Ce cantități de acid carbonic și hidroxid de calciu se obțin prin dizolvarea în apă a produselor rezultate la descompunerea termică a 500 g carbonat de calciu?*

Au loc reacţiile:



$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$
$$100\ g \quad 56\ g \quad 44\ g$$
$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$
$$74\ g$$
$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$
$$62\ g$$

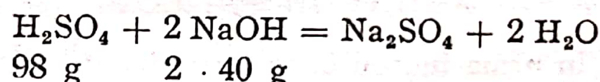
Se observă că la 1 mol (100 g) $CaCO_3$ corespunde 1 mol (74 g) $Ca(OH)_2$ şi un mol (62 g) H_2CO_3.

Folosind 500 g $CaCO_3$ obţinem:

$$\frac{500 \cdot 37}{50} = 370\ g\ Ca(OH)_2$$

$$\frac{500 \cdot 31}{50} = 310\ g\ H_2CO_3.$$

187. *Se adaugă 100 g soluţie acid sulfuric 5% la 100 g soluţie hidroxid de sodiu 5%. Neutralizarea este completă? Dacă nu, să se arate dacă soluţia este acidă sau bazică şi să se calculeze cantitatea de component rămas în exces.*



$$H_2SO_4 + 2\,NaOH = Na_2SO_4 + 2\,H_2O$$
$$98\ g \quad 2 \cdot 40\ g$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (98 g) H_2SO_4 corespunde la 2 moli (2 · 40 g) NaOH. Pentru cele 5 g H_2SO_4 vor fi necesare pentru neutralizare:

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 40}{98} = 4{,}1\ g\ NaOH.$$

Cum avem 5 g NaOH (100 g soluţie 5%) rezultă o cantitate în exces:

$$5 - 4{,}1 = 0{,}9\ g\ NaOH$$

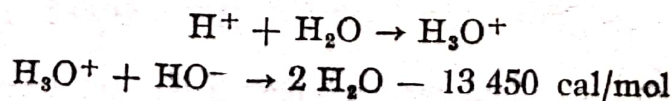
şi deci soluţia este alcalină.

188. *La neutralizarea unui mol de acid clorhidric cu un mol de hidroxid de sodiu se produce un efect termic de — 13 450 cal/mol (se cedează căldură).*

a) *Care este reacţia chimică care se produce în soluţie apoasă la neutralizare?*

b) *Să se arate dacă acest efect termic depinde de natura acidului sau a bazei.*

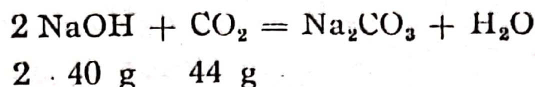
a) Scriem ecuaţia chimică a reacţiei referindu-ne numai la ionii care iau parte în reacţie:



$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+$$
$$H_3O^+ + HO^- \rightarrow 2\,H_2O - 13\,450\ cal/mol$$

b) Avînd în vedere această reacţie, efectul termic este acelaşi, indiferent de natura acidului tare sau a bazei tari.

189. *Soluțiile de hidroxid de sodiu sînt utilizate pentru reținerea bioxidului de carbon dintr-un amestec gazos. Ce cantitate maximă de bioxid de carbon poate fi reținută sub formă de carbonat de sodiu de către 100 g soluție hidroxid de sodiu 10%*



$$2\,NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$$
$$2 \cdot 40\ g \quad 44\ g$$

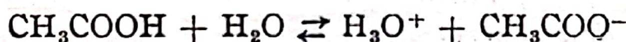
100 g soluţie NaOH 10% conţine 10 g NaOH.

Din ecuaţia reacţiei reiese că 2 moli (2 · 40 g) NaOH participă în reacţie cu 1 mol (44 g) CO_2, cele 100 g soluţie NaOH 10% reacţionează cu:

$$\frac{10 \cdot 44}{2 \cdot 40} = 5{,}5\ g\ CO_2.$$

190. *Acidul acetic de concentrație 0,1 moli/l în soluție apoasă la 18° este ionizat în proporție de 1,35%; într-o soluție de 0,01 moli/l este ionizat în proporție de 4,2%. Să se calculeze concentrațiile* H_3O^+ *și* HO^- *și să se arate în care din cele două soluții concentrația ionilor* H_3O^+ *este mai mare.*

Ecuaţia chimică care reprezintă disocierea acidului acetic în soluţie apoasă este:



$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + CH_3COO^-$$

a) Notăm cu α gradul de disociere: $\alpha = 1{,}35\%$ şi cu c concentraţia iniţială a acidului, $c = 0{,}1$ moli/l.

Rezultă:

$$[H_3O^+] = \alpha \cdot c = 0{,}0135 \cdot 0{,}1 = 1{,}35 \cdot 10^{-3}\ \text{moli/l}$$

Se ştie că produsul ionic al apei este:

$$K = [H_3O^+][HO^-] = 10^{-14}\ \text{moli/l}$$

De unde: $[HO^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{1{,}35 \cdot 10^{-3}} = 0{,}74 \cdot 10^{-11}$ moli/l

b) $\alpha = 4{,}2\%$; $\qquad c = 0{,}01$ moli/l

$$[H_3O^+] = \alpha \cdot c = 0{,}042 \cdot 0{,}01 = 4{,}2 \cdot 10^{-4}\ \text{moli/l}$$

$$[HO^-] = \frac{10^{-14}}{4{,}2 \cdot 10^{-4}} = 0{,}23 \cdot 10^{-10}\ \text{moli/l.}$$

În prima soluţie de acid acetic de concentraţie 0,1 moli/l concentraţia ionilor H_3O este mai mare.

191. *Se neutralizează 25 cm³ de hidroxid de potasiu cu densitatea 1,115 g/cm³ cu 62,65 cm³ acid sulfuric 1 n. Care este concentrația procentuală a soluției de hidroxid de potasiu?*

Răspuns: 12,3% KOH

192. *Ce molaritate are o soluție de hidroxid de calciu din care 82 cm^3 sînt neutralizați de 100 cm^3 soluție acid sulfuric 0,2 n.*

Răspuns : 0,11 n.

193. *O soluție conținînd $3{,}5 \cdot 10^{-11}$ moli/l ioni hidroniu este acidă sau bazică? Dar dacă ar conține $6{,}4 \cdot 10^{-3}$ moli/l ioni hidroxil?*

Răspuns : În ambele cazuri soluția este bazică

194. *Într-o soluție concentrația ionilor hidroxil este $2{,}9 \cdot 10^{-8}$ moli/l. Care este concentrația ionilor hidroniu din acea soluție?*

Răspuns : $[H_3O^+] = 3{,}4 \cdot 10^{-7}$ moli/l

195. *Se tratează 405 cm^3 soluție hidroxid de sodiu 1 n cu 80 cm^3 soluție de acid sulfuric 5 n. Neutralizarea este completă? Dacă nu, să se arate dacă soluția este acidă sau bazică și să se calculeze cantitatea de component rămas în exces.*

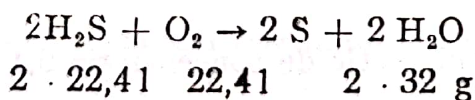
Răspuns : soluția este bazică; 0,2 g NaOH

196. *Acidul acetic de concentrație 0,05 moli/l în soluție apoasă la 18° este ionizat în proporție de 1,9%; într-o soluție 0,001 moli/l este ionizat în proporție de 12%. Să se calculeze concentrația ionilor de hidroniu și hidroxil și să se arate în care din cele două soluții concentrația ionilor hidroniu este mai mare.*

Răspuns : În prima soluție: $[H_3O^+] = 9{,}5\ 10^{-4}$ moli/l;
$[HO^-] = 0{,}105\ 10^{-10}$ moli/l;
În a doua soluție: $[H_3O^+] = 1{,}2\ 10^{-6}$ moli/l;
$[HO^-] = 0{,}83\ 10^{-8}$ moli/l.

XI. Sulful și compușii săi

197. *Să se determine volumul de aer, măsurat în condiții normale, care trebuie amestecat cu 11,2 l hidrogen sulfurat pentru ca acesta să ardă la sulf elementar. Ce cantitate de sulf se obține?*



$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2\,S + 2\,H_2O$$
$$2 \cdot 22{,}4\,l \quad 22{,}4\,l \qquad 2 \cdot 32\ g$$

Din ecuația reacției rezultă că pentru arderea a 2 moli (2 · 22,4 l) H_2S este necesar 1 mol (22,4 l) O_2 și rezultă 2 moli (2 · 32 g) S. Folosind 11,2 l H_2S, vor fi necesari:

$$\frac{11{,}2 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 22{,}4} = 5{,}6\ l\ O_2.$$

Aerul fiind format în volume, din 21% O_2 şi 79% N_2, pentru ardere vor fi necesari :

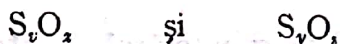
$$\frac{100 \cdot 5{,}6}{21} = 26{,}6 \text{ l aer}$$

Cum din 2 moli (2 · 22,4 l) H_2S rezultă 2 moli (2 · 32 g) de atomi de S, din 11,2 l H_2S se obţin :

$$\frac{11{,}2 \cdot 64}{2 \cdot 22{,}4} = 16 \text{ g S.}$$

198. *Sulful dă cu oxigenul doi compuşi binari : unul conţinînd 50% sulf şi 50% oxigen şi altul conţinînd 40% sulf şi 60% oxigen. Ce valenţă are sulful în aceşti compuşi ?*

Formulele compuşilor consideraţi sînt :



$$S_vO_x \quad \text{şi} \quad S_yO_z$$

v, x, y, şi z fiind numere întregi. Compoziţia moleculară a primului compus este :

Sulf : $32\,v$

Oxigen : $16\,x$

iar a celui de-al doilea :

Sulf : $32\,y$

Oxigen . $16\,z$

Scriem proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală :

$$\frac{32\,v}{50} = \frac{16\,x}{50}.$$

Dînd lui v valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru x este :

$$x = \frac{32 \cdot 50}{50 \cdot 16} = 2.$$

Procedăm analog şi pentru determinarea lui y şi z

$$\frac{32\,y}{40} = \frac{16\,z}{60}.$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui z este :

$$z = \frac{32 \cdot 60}{40 \cdot 16} = 3.$$

Formulele compuşilor sînt respectiv SO_2 şi SO_3.

199. *Densitatea vaporilor de sulf în raport cu aerul este 6,65 la 550° şi 2,23 la 860°. Câţi atomi are molecula de sulf la aceste temperaturi?*

Calculăm masa moleculară folosind formula:

$$M = 28{,}9 \cdot d$$

unde 28,9 este masa moleculară medie a aerului.

Masa moleculară a sulfului la 500° este:

$$M = 28{,}9 \cdot 6{,}65$$

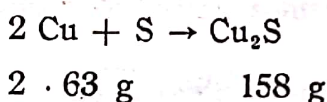
Cum masa atomică a sulfului este 32, numărul de atomi de sulf din moleculă va fi:

$$\frac{M}{32} = \frac{28{,}9 \cdot 6{,}65}{32} = 6.$$

Pentru 860° $M = 28{,}9 \cdot 2{,}23$ şi numărul de atomi din molecula de sulf este:

$$\frac{28{,}9 \cdot 2{,}23}{32} = 2.$$

200. *Să se calculeze masa sulfurii cuproase care se obţine din 12 g cupru care ard în vapori de sulf.*

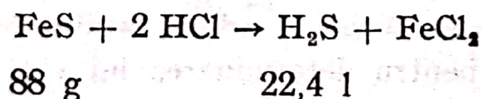


$$2\,Cu + S \rightarrow Cu_2S$$
$$2 \cdot 63\ g \qquad 158\ g$$

Din ecuaţia reacţiei reiese că din 2 moli (2 · 63 g) Cu prin ardere în vapori de sulf se obţine 1 mol (158 g Cu_2S), din cele 12 g Cu rezultă:

$$\frac{12 \cdot 158}{2 \cdot 63} = 15\ g\ Cu_2S.$$

201. *Se prepară hidrogen sulfurat prin acţiunea acidului clorhidric asupra sulfurii feroase. Să se calculeze masa de sulfură feroasă necesară obţinerii a 8,4 l de hidrogen sulfurat măsurat la 10 atm şi temperatura 26°.*



$$FeS + 2\,HCl \rightarrow H_2S + FeCl_2$$
$$88\ g \qquad\qquad 22{,}4\ l$$

Volumul de hidrogen sulfurat măsurat la 0° şi 1 atm (în condiţii normale) se obţine folosind formula:

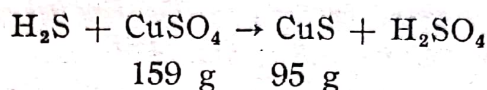
$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p\,V}{T}$$

$$V_0 = \frac{273 \cdot 10 \cdot 8{,}4}{1 \cdot 299} = 76{,}6\ l\ H_2S.$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că 22,4 l H_2S se obţin din 88 g FeS. Cei 76,6 l H_2S rezultă din:

$$\frac{76,6 \cdot 88}{22,4} \simeq 301 \text{ g FeS}$$

202. *Se trece în exces un curent de hidrogen sulfurat prin 100 cm³ soluţie acidulată cu acid clorhidric de sulfat de cupru, iar precipitatul spălat şi uscat cîntăreşte 6 g. Să se calculeze cantitatea de sulfat de cupru din soluţie şi concentraţia soluţiei exprimată în moli la litru.*



$$H_2S + CuSO_4 \rightarrow CuS + H_2SO_4$$
$$\quad 159 \text{ g} \quad 95 \text{ g}$$

Ţinînd seama că 1 mol (95 g) CuS se obţine din 1 mol (159 g) $CuSO_4$, cele 6 g CuS au rezultat din:

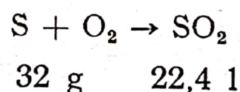
$$\frac{6 \cdot 159}{95} = 10,4 \text{ g } CuSO_4.$$

Deoarece în 100 cm³ soluţie se găsesc 10,4 g $CuSO_4$, în 1 000 cm³ soluţie vor fi 104 g $CuSO_4$.

Molaritatea soluţiei (numărul în moli de substanţă conţinută în 1 l soluţie) este:

$$\frac{104}{159} = 0,65 \text{ moli la litru.}$$

203. *Într-o cameră ermetic închisă de 6 m lungime, 5 m lăţime şi 3 m înălţime, conţinînd aer la 0°C şi 760 mm Hg, se arde sulf. Ce cantitate de sulf este necesară pentru a obţine o concentraţie de bioxid de sulf de 2% în volume?*



$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$
$$32 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

Volumul pe care-l ocupă SO_2 este 90 m³.

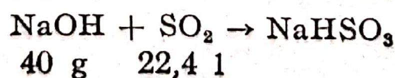
Din ecuaţia reacţiei reiese că pentru a se obţine 1 mol (22,4 l) SO_2 este necesar 1 mol (32 g) de atomi de S, 90 m³ SO_2 rezultă din:

$$\frac{90 \cdot 32}{22,4} = 128,6 \text{ kg S.}$$

Cum concentraţia este 2%, vor fi necesare

$$128,6 \cdot \frac{2}{100} = 2,57 \text{ kg S.}$$

204. *Se trece bioxidul de sulf prin 250 cm³ soluţie de hidroxid de sodiu care conţine 40 g hidroxid de sodiu la litru. Ce volum de bioxid de sulf poate absorbi această soluţie?*



$$NaOH + SO_2 \rightarrow NaHSO_3$$
$$40 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

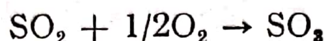
În 250 cm^3 soluție NaOH se găsesc:

$$\frac{250 \cdot 40}{1\,000} = 10 \text{ g NaOH.}$$

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (40 g) NaOH reacționează cu 1 mol (22,4 l) SO_2. În 250 cm^3 soluție găsindu-se 10 g NaOH, ei vor reacționa cu:

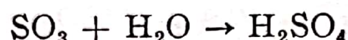
$$\frac{10 \cdot 22,4}{40} = 5,6 \text{ l } SO_2.$$

205. *Peste un catalizator de platină încălzit se trec 1 000 l gaze, măsurați în condiții normale, care conțin în volume 5,8% bioxid de sulf. Cît acid sulfuric de concentrație 60% se formează prin dizolvarea în apă a gazelor?*



$$SO_2 + 1/2O_2 \rightarrow SO_3$$

22,4 l



$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

98 g

În 1 000 l amestec de gaze se găsesc:

$$\frac{1\,000 \cdot 5,8}{100} = 58 \text{ l } SO_2.$$

Din ecuațiile reacțiilor rezultă că din 1 mol (22,4 l) SO_2 se obține 1 mol (98 g) H_2SO_4. Din 58 l SO_2 vor rezulta:

$$\frac{58 \cdot 98}{22,4} = 253,7 \text{ g } H_2SO_4.$$

Prin dizolvarea în apă se obține:

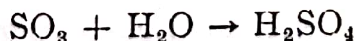
$$\frac{253,7 \cdot 100}{60} = 422,8 \text{ g soluție } H_2SO_4 \text{ } 60\%.$$

206. *Să se calculeze ce masă de anhidridă sulfurică trebuie să adăugăm la 1 kg de acid sulfuric, care conține 98% acid și 2% apă, pentru a obține acid sulfuric pur.*

Într-un kg H_2SO_4 de concentrație 98% se găsesc:

$$\frac{98 \cdot 1\,000}{100} = 980 \text{ g } H_2SO_4 \text{ și } 20 \text{ g } H_2O.$$

Pentru a se obține H_2SO_4 100% ținem seama de reacția:



$$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

80 g   18 g

Cum 1 mol (18 g) H_2O reacționează cu 1 mol (80 g) SO_3, pentru 20 g H_2O vor fi necesare:

$$\frac{20 \cdot 80}{18} = 88,8 \text{ g } SO_3.$$

207. *Concentrația unei soluții de acid sulfuric exprimată în procente de masă este 40%, iar în procente de volume 480 g acid la litru. Să se calculeze densitatea soluției.*

Folosim formula:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

unde m este masa soluției, iar V volumul său.

Masa soluției al cărui volum este de 1 litru se obține ținînd seama că 40 g H_2SO_4 se găsesc în 100 g soluție și deci cele 480 g acid se vor găsi în:

$$\frac{480 \cdot 100}{40} = 1\,200 \text{ g soluție.}$$

Rezultă:

$$\rho = \frac{1\,200}{1\,000} = 1{,}2 \text{ g/cm}^3.$$

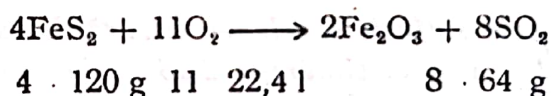
208. *Se dă 1 tonă de pirită care conține 85,3% sulfură de fier, 2% apă și 12,7% gangă. Să se calculeze:*

a) ce cantitate de acid sulfuric de concentrație 98% se obține, știind că pierderile de anhidridă sulfuroasă în cuptor sînt 2%;

b) volumul de aer necesar arderii piritei.

O tonă de pirită conține $\frac{1000 \cdot 85{,}3}{100} = 853$ kg FeS_2.

a) Scriem ecuația reacției de ardere a sulfurii:



$$4FeS_2 + 11O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$$
$$4 \cdot 120 \text{ g} \quad 11 \cdot 22{,}4 \text{ l} \qquad\qquad 8 \cdot 64 \text{ g}$$

Din ecuația reacției reiese că din 120 kg FeS_2 se obțin 2 · 64 kg SO_2. Din 853 kg FeS_2 vor rezulta:

$$\frac{853 \cdot 2 \cdot 64}{120} = 909{,}9 \text{ kg } SO_2.$$

Pierderile de 2% reprezintă:

$$909{,}9 \cdot \frac{2}{100} = 18{,}2 \text{ kg } SO_2.$$

Cantitatea de anhidridă sulfuroasă care iese din cuptor:

$$909{,}9 - 18{,}2 = 891{,}7 \text{ kg } SO_2$$

Cum la 1 mol (64 g) SO_2 corespunde 1 mol (98 g) H_2SO_4, din 891,7 kg SO_2 se va obține:

$$\frac{891{,}7 \cdot 98}{64} = 1365{,}2 \text{ kg } H_2SO_4$$

Deoarece concentrația acidului sulfuric este de 98%, din 1365,2 kg H_2SO_4 rezultă

$$\frac{100}{98} \; 1365,2 = 1393 \text{ kg } H_2SO_4 \; 98\%$$

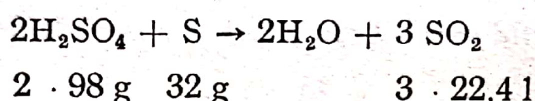
b) Conform ecuației de ardere, petru 4 kmoli (4 · 120 kg) FeS_2 sînt necesari 11 kmoli (11 · 22,4 m³) O_2. Cei 853 kg FeS_2 necesită:

$$\frac{853 \cdot 11 \cdot 22,4}{4 \cdot 120} = 434 \text{ m}^3 \; O_2$$

Aerul fiind format, în volume, din 21% O_2 și 79% N_2, aerul necesar arderii piritei este:

$$\frac{100 \cdot 434}{21} = 2066,6 \text{ m}^3 \text{ aer}$$

209. *Să se calculeze masa de acid sulfuric și masa de sulf necesare preparării a 10 litri de bioxid de sulf, reducînd la cald acidul sulfuric cu sulf.*



$$2H_2SO_4 + S \rightarrow 2H_2O + 3\,SO_2$$

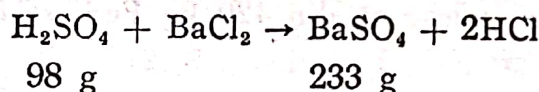
$$2 \cdot 98 \text{ g} \quad 32 \text{ g} \qquad\qquad 3 \cdot 22,4 \text{ l}$$

Din ecuația reacției rezultă că pentru obținerea a 3 moli (3 · 22,4 l) SO_2 sînt necesari 2 moli (2 · 98 g) H_2SO_4 și 1 mol (32 g) de atomi de S.

Pentru prepararea a 10 l SO_2 vor fi necesare:

$$\frac{10 \cdot 2 \cdot 98}{3 \cdot 22,4} = 29,1 \text{ g } H_2SO_4 \quad \text{și} \quad \frac{10 \cdot 32}{3 \cdot 22,4} = 4,76 \text{ g S}$$

210. *În 10 cm³ soluție de acid sulfuric se adaugă clorură de bariu în exces. Precipitatul alb obținut, spălat și uscat cîntărește 2,33 g. Să se calculeze masa de acid sulfuric conținută într-un litru de soluție.*



$$H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2HCl$$

$$98 \text{ g} \qquad\qquad 233 \text{ g}$$

Pentru obținerea a 1 mol (233 g) $BaSO_4$ este necesar 1 mol (98 g) H_2SO_4. Cele 2,33 g necesită:

$$\frac{2,33 \cdot 98}{233} = 0,98 \text{ g } H_2SO_4.$$

0,98 g H_2SO_4 se găsesc în 10 cm³. Un litru de soluție conține 98 g H_2SO_4.

211. *Să se determine volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 1 000 g tiosulfat de sodiu cristalizat,* $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, *pentru a obține o soluție de concentrație 10%.*

Masa moleculară a $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O = 248$.

Masa moleculară a $H_2O = 18$.

Masa de apă conținută în 1 000 g tiosulfat de sodiu cristalizat:

$$\frac{18 \cdot 5 \cdot 1\,000}{248} = 362,9 \text{ g}$$

Masa de tiosulfat de sodiu anhidru conţinută în 1 000 g tiosulfat de sodiu hidratat:

$$1\,000 - 362{,}9 = 637{,}1 \text{ g.}$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 637,1 g $Na_2S_2O_3$ pentru a obţine o soluţie de 10%:

$$\frac{90 \cdot 637{,}1}{10} = 5733{,}9 \text{ cm}^3$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 1 000 g $Na_2S_2O_3 \cdot 5\,H_2O$ pentru a obţine o soluţie de 10% :

$$5733{,}9 - 362{,}9 = 5371 \text{ cm}^3 \text{ } H_2O$$

212. *Se poate prepara sulful elementar din bioxid de sulf şi hidrogen sulfurat. Ce cantităţi sînt necesare din ambele gaze, măsurate la 20° şi 760 mm Hg, pentru a obţine 8 kg sulf?*

Răspuns : 2 m³ SO_2 ; 4 m³ H_2S

213. *Se ard 2,5 kg sulf. Să se determine :*
a) volumul de aer necesar combustiei ;
b) masa şi volumul bioxidului de sulf rezultat.
Gazele sînt măsurate în condiţii normale de temperatură şi presiune.

Răspuns : a) 8,75 m³ aer ; *b)* 5 kg SO_2 ; 1,75 m³ SO_2

214. *Să se calculeze masa zincului şi a sulfului necesar pentru a se obţine 2 moli de sulfură de zinc.*

Răspuns : 130 g Zn ; 64 g S

215. *Asupra a 44 g sulfură feroasă acţionează acid clorhidric 22% Să se determine :*
a) volumul hidrogenului sulfurat rezultat, măsurat la 0° şi 1 atm ;
b) cantitatea de acid clorhidric 22% care a participat la reacţie.

Răspuns : a) 11,2 l H_2S ; *b)* 163,6 cm³ HCl 22%.

216. *Ce cantităţi de sulfură feroasă şi acid clorhidric 20% trebuie luate pentru a prepara hidrogenul sulfurat necesar precipitării, dintr-o soluţie de sulfurat de cupru acidulată cu acid clorhidric, a 15,9 g sulfat de cupru, sub formă de sulfură de cupru.*

Răspuns : 8,8 g FeS ; 36,5 cm³ HCl 20%

217. *Cîţi moli de sulf atomic sînt necesari ca prin ardere să se obţină 5 moli de bioxid de sulf? Care este volumul oxigenului care participă la reacţie, măsurat în condiţii normale?*

Răspuns : 5 moli atomi de S ; 111 l O_3.

218. *Se trece bioxid de sulf prin 250 cm³ soluţie care conţine 40 g hidroxid de sodiu la litru. Să se determine :*
a) volumul de bioxid de sulf absorbit, măsurat la 0° şi 1 atm ;
b) numărul de moli de sulfit de sodiu ce se obţine.

Răspuns : a) 5,6 l SO_2 ; *b)* 0,25 moli $NaHSO_3$.

219. *Un gaz obținut prin prăjirea piritei conține, în volume: 10% bioxid de sulf, 5% oxigen și 85% azot. Se trec 1 000 l din acest gaz măsurat în condiții normale la care se adaugă aerul necesar, prin instalația de oxidare catalitică. Să se calculeze cantitatea de trioxid de sulf rezultată, dacă randamentul este 80%.*

Răspuns: 446,2 g SO_3

220. *Să se calculeze masa de anhidridă sulfurică ce trebuie s-o adăugăm la 50 kg acid sulfuric 96%, pentru a obține acid sulfuric 98%.*

Răspuns: 4,44 kg SO_2

221. *Pentru prepararea acidului sulfuric se folosesc 18 l bioxid de sulf măsurați la 30° și 748 mm Hg. Cîți litri de acid sulfuric 0,1 n pot fi obținuți în condiții optime?*

Răspuns: 14,31 l H_2SO_4 0,1 *n*

222. *Se folosesc pentru prepararea acidului sulfuric 6,8 t de pirită care conține 90,8% sulfură de fier și 9,2% gangă. Să se determine:*
a) cantitatea de acid sulfuric 66% care se obține, dacă pierderile de anhidridă sulfuroasă în cuptor sînt 4,2%;
b) volumul de aer, măsurat la 0° și 1 atm, necesar arderii piritei.

Răspuns: a) 14,5 t H_2SO_4 66%; *b)* 15 095 m³ aer

223. *Să se determine cîți cm³ de acid sulfuric 16% cu densitatea 1,11 g/cm³ sînt necesari pentru prepararea a 4 l de acid sulfuric n/2?*

Răspuns: 1103,6 cm³ H_2SO_4 16%

224. *Prin reacția dintre acid sulfuric și carbon, la cald, s-au obținut 33,6 l bioxid de sulf. Să se determine:*
a) masa acidului sulfuric și masa carbonului care au participat la reacție;
b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale.

Răspuns: a) 160,1 g H_2SO_4, 9,8 g C; *b)* 18,29 l CO_2

225. *S-au folosit 20 cm³ de acid sulfuric pentru a precipita în întregime o soluție de clorură de bariu sub formă de sulfat de bariu. Precipitatul obținut, spălat și uscat cîntărește 0,568 g. Ce molaritate avea soluția de acid întrebuințată?*

Răspuns: 0,12 moli/l H_2SO_4

XII. Aerul. Azotul și compușii săi

226. *Un litru de aer lichid are masa 0,6465 kg. Ce volum ocupă aceeași masă de aer, în condiții normale dacă trece în întregime în stare gazoasă, un litru de aer gazos avînd masa 1,293 g? Să se determine masa moleculară medie a aerului.*

Volumul ocupat de 646,5 g aer lichid cînd trece în stare gazoasă, ținînd seama că un litru de aer are masa 1,293 g este:

$$646{,}5 : 1{,}293 = 500 \text{ l}$$

Din formula:

$$\rho = \frac{M}{V} \qquad \text{rezultă:} \qquad M = \rho \quad V$$

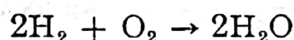
unde M este masa unui mol, V este volumul molar, adică volumul ocupat în condiții normale de 1 mol dintr-un gaz și are valoarea 22,4 l, iar ρ este densitatea aerului în condiții normale, $\rho = 1{,}293$ g/l.

$$M = 1{,}293 \quad 22{,}4 = 28{,}9$$

227. *Care este volumul de aer necesar arderii unui litru de amestec de gaze cu următoarea compoziție în volume: hidrogen 50%; metan 20%; oxid de carbon 20%; bioxid de carbon 5% și azot 5%?*

Din amestec ard numai hidrogenul, metanul și oxidul de carbon și 1 l de amestec conține 0,5 l H_2, 0,2 l CH_4 și 0,2 l CO.

— Ecuația reacției de ardere a hidrogenului:

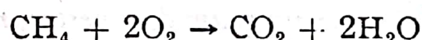


$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Deoarece 2 moli (2·22,4 l) hidrogen reacționează cu 1 mol (22,4 l) oxigen, trebuie un volum de oxigen pentru a arde două vulume de hidrogen.

0,5 litri hidrogen necesită pentru ardere 0,25 litri oxigen

— Ecuația reacției de ardere a metanului:

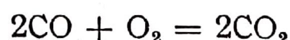


$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Pentru că 1 mol (22,4 l) metan reacționează cu 2 moli (2·22,4 l) oxigen, sînt necesare două volume de oxigen pentru a arde un volum de metan.

0,2 l metan va necesita 0,4 l oxigen.

— Ecuația de ardere a oxidului de carbon:



$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Din ecuația rezultă că trebuie un volum de oxigen pentru a arde 2 volume de oxid de carbon.

0,2 l oxid de carbon intră în reacția de ardere cu 0,1 l oxigen

Pentru arderea unui litru de amestec gazos este deci necesar:

$$0{,}25 + 0{,}4 + 0{,}1 = 0{,}75 \text{ l oxigen.}$$

Cum aerul este format, în volume, din 21% oxigen și 79% azot, pentru ardere vor fi necesari:

$$\frac{100 \cdot 0{,}75}{21} = 2{,}571 \text{ l de aer}$$

228. *Să se calculeze masa de azot conținută în 100 kg din următoarele îngrășăminte: sulfat de amoniu; azotat de sodiu; azotat de calciu și cianamidă de calciu.*

Masele moleculare a acestor compuși chimici sînt:

$$(NH_4)_2SO_4 = 132;\ NaNO_3 = 85;\ Ca(NO_3)_2 = 164;\ CaCN_2 = 80$$

— Cum 132 kg $(NH_4)_2SO_4$ conțin 28 kg N_2, în 100 kg se vor găsi:

$$\frac{100 \cdot 28}{132} = 21{,}2 \text{ kg } N_2.$$

— 100 kg $NaNO_3$ conțin:

$$\frac{100 \cdot 14}{85} = 16{,}4 \text{ kg } N_2,$$

deoarece la 85 kg $NaNO_3$ corespund 14 kg azot.

— Pentru $Ca(NO_3)_2$ vom avea:

$$\frac{100 \cdot 28}{164} = 17 \text{ kg } N_2.$$

— 100 kg cianamidă de calciu conțin:

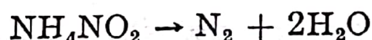
$$\frac{100 \cdot 28}{80} = 35 \text{ kg } N_2.$$

229. *Se obține azot prin încălzirea azotitului de sodiu cu clorura de amoniu. Să se determine:*

a) în ce proporție trebuie să amestecăm azotitul de sodiu cu clorura de amoniu pentru a obține azot în condiții optime;

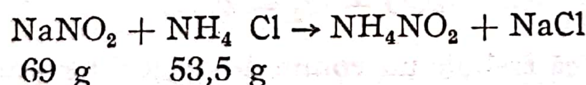
b) volumul de azot degajat dintr-un gram de amestec, măsurat la 18°C și presiunea 767,5 mm Hg.

a) Azotul pur se obține cel mai ușor prin descompunerea termică a azotitului de amoniu



$$NH_4NO_2 \rightarrow N_2 + 2H_2O$$

Pentru realizarea acestei reacții se amestecă soluții concentrate de azotit de sodiu și clorură de amoniu.



$$\underset{69\ g}{NaNO_2} + \underset{53{,}5\ g}{NH_4Cl} \rightarrow NH_4NO_2 + NaCl$$

Din ecuația reacției rezultă că NH_4NO_2 necesar preparării N_2 se poate obține prin participarea la reacție a unui mol (69 g) $NaNO_2$ cu 1 mol (53,5 g) NH_4Cl.

Cum 69 + 53,5 g amestec conține 69 g $NaNO_2$, și 53,5 g NH_4Cl, în 100 g amestec se vor găsi:

$$\frac{100 \cdot 69}{69 + 53{,}5} = 56{,}3\%\ NaNO_2$$

$$\frac{100 \cdot 53}{69 + 53{,}5} = 43{,}7\%\ NH_4Cl$$

b) Deoarece din 122,5 g amestec rezultă 22,4 l N_2, volumul de azot degajat, în condiţii normale, dintr-un gram de amestec este:

$$\frac{1 \cdot 22{,}4}{122{,}5} = 0{,}182\ \mathrm{l} = 182\ \mathrm{cm}^3$$

Volumul de N_2 la 18°C şi 767,5 mm Hg degajat de 1 g de amestec se obţine din:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273}(273 + t)$$

$$V = \frac{760 \cdot 0{,}182}{767{,}5 \cdot 273}(273 + 18) = 0{,}193\ \mathrm{l}\ N_2 = 193\ \mathrm{cm}^3\ N_2$$

230. *Într-o butelie cu volumul de 50 l care rezistă la 200 atm se închid 24 kg de azot lichid. Ce se întîmplă dacă butelia este lăsată la presiunea atmosferică şi temperatura de 20°C?*

Azotul lichefiat încălzit peste temperatura sa critică, —147°, se evaporă complet, trecînd sub formă de gaz şi vom putea aplica legile gazelor.

Masa unui mol (28 g) azot ocupă la 0°C şi 1 atm 22,4 l. Cele 24 kg N_2 vor ocupa volumul:

$$\frac{24\,000 \cdot 22{,}4}{28} = 19\,200\ \mathrm{l}$$

Volumul ocupat de N_2 la 20° este:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

$$V = 19\,200\ (1 + 0{,}0036\ \ 20) = 20\,582{,}9\ \mathrm{l}\ N_2$$

Admiţînd o comportare de gaz ideal, la o transformare izotermă, legea Boyle-Mariotte ne dă:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \text{şi deci} \quad p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2}$$

Înlocuind obţinem

$$p_2 = \frac{1 \cdot 20\,582{,}9}{50} = 411{,}6\ \mathrm{atm}$$

Gazul limitat la volumul de 50 l are presiunea de 411,6 atm, care depăşeşte presiunea la care rezistă butelia şi deci butelia va exploda.

231. *Ce volum de amoniac se poate obţine dintr-un kilogram de clorură de amoniu tratat cu hidroxid de calciu? Ce alte produse se obţin şi în ce cantităţi (în moli)?*


$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

2 · 53,5 g   2 · 22,4 l

Din ecuaţia reacţiei rezultă că la 1 mol (22,4 l) NH_3 corespunde 1 mol (53,5 g) NH_4Cl.

Volumul de NH_3 care se obţine din 1 kg NH_4Cl este:

$$\frac{10^3 \cdot 22{,}4}{53{,}5} = 418 \text{ l } NH_3$$

Intrînd în reacţie 2 moli ($2 \cdot 53{,}5$ g) NH_4Cl rezultă 1 mol de $CaCl_2$ şi 2 moli H_2O. Din 1 kg NH_4Cl se vor obţine:

$$\frac{1\,000 \cdot 1}{2 \cdot 53{,}5} = 9{,}3 \text{ moli } CaCl_2$$

$$\frac{1\,000 \cdot 2}{2 \cdot 53{,}5} = 18{,}6 \text{ moli } H_2O$$

232. *Un litru de soluţie de amoniac din comerţ conţine 250 l amoniac gazos. Ce volum de soluţie normală de acid clorhidric trebuie să întrebuinţăm pentru a neutraliza 10 cm³ de soluţie de amoniac?*



$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

$$22{,}4 \text{ l} \quad 36{,}5 \text{ g}$$

Cum 1 litru (10^3 cm³) de soluţie conţine 250 l ($250 \cdot 10^3$ cm³) NH_3 gazos, în 10 cm³ soluţie vor fi:

$$\frac{10 \cdot 250 \cdot 10^3}{10^3} = 2\,500 \text{ cm}^3 \; NH_3$$

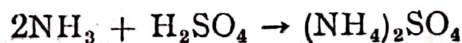
Din ecuaţia reacţiei de neutralizare rezultă că $22{,}4 \cdot 10^3$ cm³ NH_3 sînt neutralizaţi de 36,5 g HCl, pentru 2 500 cm³ NH_3 vor fi necesare:

$$\frac{2\,500 \cdot 36{,}5}{22{,}4 \cdot 10^3} = 4 \text{ g HCl}$$

Cum 1 litru de soluţie HCl 1 *n* conţine 36,5 HCl, cele 4 g se vor găsi în:

$$\frac{10^3 \cdot 4}{36{,}5} = 109 \text{ cm}^3 \text{ soluţie HCl } 1\ n$$

233. *Ce masă de sulfat neutru de amoniu se poate obţine făcînd să fie absorbiţi 1 000 m³, măsuraţi în condiţii normale, de amoniac gazos în acid sulfuric?*



$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

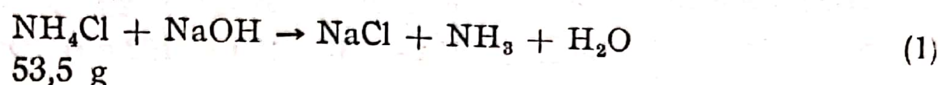
$$2 \cdot 22{,}4 \text{ l} \qquad 132 \text{ g}$$

Cum din 2 moli ($2 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3}$ m³) NH_3 se obţine 1 mol (132 g) $(NH_4)_2SO_4$, din cei 10^3 m³ NH_3 va rezulta:

$$\frac{10^3 \cdot 132}{2 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3}} = 2{,}95 \cdot 10^6 \text{ g} = 2\,950 \text{ kg } (NH_4)_2SO_4$$

234. *Se încălzesc 6,50 g clorură de amoniu impură cu un exces de hidroxid de sodiu și gazul care rezultă se culege în 120 cm³ soluție acid clorhidric 1 n. Excesul de acid clorhidric este neutralizat prin 15 cm³ soluție normală de hidroxid de sodiu. Calculați masa de clorură de amoniu conținută în 100 g clorură de amoniu impură:*

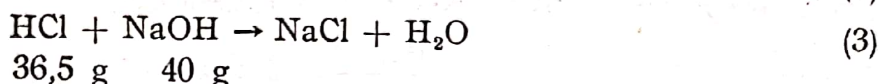
Vor avea loc reacțiile:



$$\underset{53{,}5\ g}{NH_4Cl} + NaOH \rightarrow NaCl + NH_3 + H_2O \qquad (1)$$



$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl \qquad (2)$$



$$\underset{36{,}5\ g}{HCl} + \underset{40\ g}{NaOH} \rightarrow NaCl + H_2O \qquad (3)$$

Deoarece la 1 mol NaOH corespunde 1 mol HCl, rezultă că în reacție s-au consumat:

$$120 - 15 = 105\ \text{cm}^3\ \text{soluție HCl}\ 1\ n$$

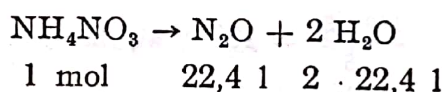
Cum 1 l soluție HCl 1 *n* reacționează cu 1 mol (53,5 g) NH_4Cl, cei 0,105 l soluție HCl 1 *n* au intrat în reacție cu :

$$\frac{0{,}105 \cdot 53{,}5}{1} = 5{,}8\ \text{g}\ NH_4Cl$$

Rezultă că 6,50 g NH_4Cl impură conține 5,8 g NH_4Cl.
Masa de clorură de amoniu din 100 g produs este:

$$\frac{100 \cdot 5{,}8}{6{,}5} = 89{,}2\ \text{g}\ NH_4Cl$$

235. *Să se calculeze volumul pe care-l ocupă, la 25°C și 765 mm Hg, gazele rezultate prin descompunerea explozivă a 3 moli de azotat de amoniu.*



$$\underset{1\ mol}{NH_4NO_3} \rightarrow \underset{22{,}4\ l}{N_2O} + \underset{2\ \cdot\ 22{,}4\ l}{2\,H_2O}$$

În condiții normale, prin descompunerea explozivă a unui mol NH_4NO_3 se obțin 3 moli (3 · 22,4 l) de amestec gazos. Din 3 moli NH_4NO_3 rezultă:

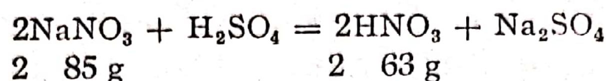
$$\frac{3 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{1} = 201{,}6\ \text{l amestec gazos}$$

La 25°C și 765 mm Hg acest volum corespunde:

$$V = \frac{p_0 V_0}{p\ 273}(273 + t)$$

$$V = \frac{760 \cdot 201{,}6}{765 \quad 273}(273 + 25) = 218{,}6\ \text{l}$$

236. *Să se calculeze masa de azotat de sodiu necesară ca prin tratare cu acid sulfuric să se obţină 100 cm³ de acid azotic fumans, densitatea acestui acid fiind 1,52 g/cm³.*



$$2NaNO_3 + H_2SO_4 = 2HNO_3 + Na_2SO_4$$
$$2 \quad 85\ g \qquad\qquad 2 \quad 63\ g$$

Masa de acid azotic fumans obţinut:

$$m = \rho \cdot V = 1,52 \cdot 100 = 152\ g\ HNO_3$$

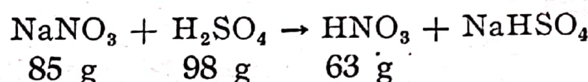
Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (63 g) HNO_3 se obţine din 1 mol (85 g) $NaNO_3$. Pentru prepararea a 152 g HNO_3 vor fi necesare:

$$\frac{152 \cdot 85}{63} = 205\ g\ NaNO_3$$

237. *Se prepară acidul azotic prin acţiunea acidului sulfuric asupra azotatului de sodiu. Să se calculeze:*

a) masa de acid azotic de concentraţie 94,1% obţinut prin acţiunea acidului sulfuric asupra a 200 kg salpetru de Chile cu un conţinut de 90% azotat de sodiu, ştiind că randamentul practic atinge 98% din randamentul teoretic;

b) masa de acid sulfuric de concentraţie 78% ştiind că se tratează salpetru cu un exces de 10% acid sulfuric.



$$NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow HNO_3 + NaHSO_4$$
$$85\ g \qquad 98\ g \qquad 63\ g$$

Cantitatea de $NaNO_3$ conţinut în 200 kg salpetru:

$$200 \frac{90}{100} = 180\ kg\ NaNO_3$$

a) Din ecuaţia reacţiei reiese că din 1 mol (85 g) $NaNO_3$ rezultă 1 mol (63 g) HNO_3, atunci din cele 180 kg $NaNO_3$ se vor obţine:

$$\frac{180 \cdot 63}{85} = 133,4\ kg\ HNO_3$$

şi ţinînd seama de randament

$$\frac{133,4 \cdot 98}{100} = 130,7\ kg\ HNO_3\ 100\%$$

Cantitatea de HNO_3 94,1% obţinută va fi:

$$\frac{130,7 \cdot 100}{94,1} = 138,8\ kg\ HNO_3$$

b) Cum 1 mol (85 g) $NaNO_3$ reacţionează cu 1 mol (98 g) H_2SO_4, cele 180 kg $NaNO_3$ vor participa la reacţie cu:

$$\frac{180 \cdot 98}{85} = 207,5\ kg\ H_2SO_4$$

Cantitatea de H_2SO_4 78% utilizat în reacţie este:

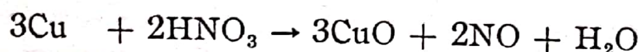
$$207{,}5 \cdot \frac{100}{78} = 266 \text{ kg } H_2SO_4 \text{ } 78\%$$

Cantitatea de H_2SO_4 78%, considerînd că folosim un exces de 10% este:

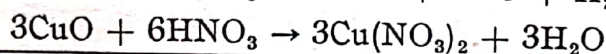
$$\frac{110 \cdot 266}{100} = 292{,}6 \text{ kg } H_2SO_4$$

238. *Se tratează 10,6 g cupru cu exces de acid azotic. Admiţînd că se formează numai oxidul de azot NO, calculaţi volumul şi masa oxidului astfel obţinut.*

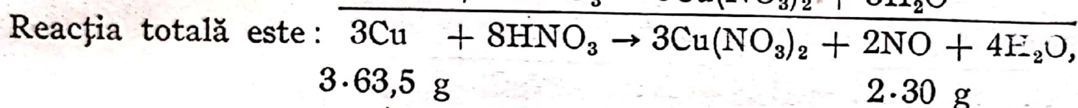
Reacţia decurge în două etape:



$$3Cu + 2HNO_3 \rightarrow 3CuO + 2NO + H_2O$$



$$3CuO + 6HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3H_2O$$



Reacţia totală este: $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$,

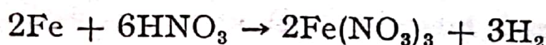
$3 \cdot 63{,}5$ g ... $2 \cdot 30$ g sau $2 \cdot 22{,}4$ l

Din 3 moli ($3 \cdot 63{,}5$ g) Cu se obţin 2 moli ($2 \cdot 30$ g) sau ($2 \cdot 22{,}4$ l) NO, din cele 10,6 g Cu vor rezulta:

$$\frac{10{,}6 \cdot 2 \cdot 30}{3 \cdot 63{,}5} = 3{,}33 \text{ g NO}$$

$$\frac{10{,}6 \cdot 22{,}4}{3 \cdot 63{,}5} = 2{,}5 \text{ l NO}$$

239. *Prin acţiunea acidului azotic asupra fierului se obţine azotat feric şi hidrogen. Să se calculeze masa de fier necesară obţinerii a 16,8 l hidrogen.*



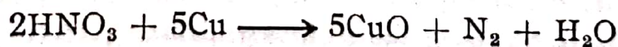
$$2Fe + 6HNO_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2$$

$2 \cdot 56$ g ... $3 \cdot 22{,}4$ l

Obţinerea a 3 moli ($3 \cdot 22{,}4$ l) H_2 necesită 2 moli ($2 \cdot 56$ g) Fe. Pentru obţinerea a 16,8 l H_2 vor fi necesare:

$$\frac{16{,}8 \cdot 2 \cdot 56}{3 \cdot 22{,}4} = 28 \text{ g Fe}$$

240. *Cînd se trec vapori de acid azotic peste cupru încălzit la roşu, se formează oxid de cupru, azot şi apă. Ştiind că se întrebuinţează 9,45 g acid azotic, să se calculeze volumul de azot obţinut şi masa oxidului de cupru format.*



$$2HNO_3 + 5Cu \longrightarrow 5CuO + N_2 + H_2O$$

$2 \cdot 63$ g ... $5 \cdot 79{,}5$ g ... $22{,}4$ l

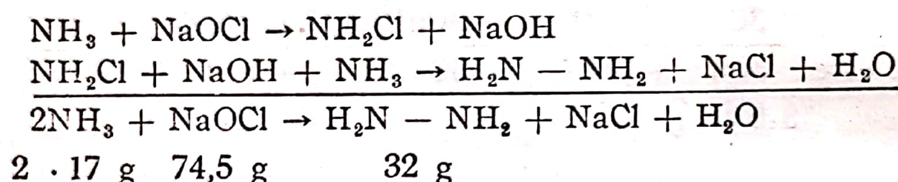
Conform ecuației reacției, reacționînd 2 moli (2 · 63 g) HNO_3 asupra cuprului, se obține 1 mol (22,4 l) N_2 și 5 moli (5 · 79,5 g) CuO. Prin acțiunea a 9,45 g HNO_3 rezultă :

$$\frac{9,45 \cdot 22,4}{2 \cdot 63} = 1,68 \text{ l } N_2$$

$$\frac{9,45 \cdot 5 \cdot 79,5}{2 \cdot 63} = 29,8 \text{ g CuO}$$

241. *Ce cantități de amoniac și de hipoclorit de sodiu sînt necesare pentru a se obține 1 kg de hidrazină? Cum hidrazina este unul din combustibilii motoarelor rachetelor să se determine cu cîte kilograme de apă oxigenată trebuie amestecată această cantitate de hidrazină pentru ca ambele reacții să se producă în întregime.*

a) Au loc reacțiile :



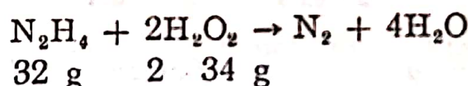
$$NH_3 + NaOCl \rightarrow NH_2Cl + NaOH$$
$$NH_2Cl + NaOH + NH_3 \rightarrow H_2N - NH_2 + NaCl + H_2O$$
$$\overline{2NH_3 + NaOCl \rightarrow H_2N - NH_2 + NaCl + H_2O}$$
$$2 \cdot 17 \text{ g} \quad 74,5 \text{ g} \qquad 32 \text{ g}$$

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (32 g) hidrazină se obține din 2 moli (2 · 17 g) amoniac și 1 mol (74,5 g) hipoclorit de sodiu, 1 kg hidrazină se va obține din :

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 17}{32} = 1,06 \text{ kg } NH_3$$

$$\frac{1 \cdot 74,5}{32} = 2,32 \text{ kg NaOCl}$$

b) Din reacția :



$$N_2H_4 + 2H_2O_2 \rightarrow N_2 + 4H_2O$$
$$32 \text{ g} \quad 2 \cdot 34 \text{ g}$$

reiese că 1 mol (32 g) hidrazină reacționează cu 2 moli (2·34 g) apă oxigenată, și deci 1 kg hidrazină va reacționa în întregime cu :

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 34}{32} = 2,125 \text{ kg } H_2O_2$$

242. *Știind că 1 l de aer, în condiții normale, are masa 1,293 g, să se calculeze volumul și masa aerului dintr-o cameră cu înălțimea de 5 m și suprafața 18 m^2.*

Răspuns : 90 m^3; 117 kg

243. *Care este volumul de aer necesar arderii complete a 1 l de metan? Dar a 1 cm^3 de benzen? Densitatea benzenului este 0,88 g/cm^3?*

Răspuns : 10 l; 9,4 l

244. *Se obțin 28 l de azot, măsurați în condiții normale, prin descompunerea termică a azotitului de amoniu. Să se calculeze masa de azotit necesar.*

Răspuns : 80 g NH_4NO_2

245. *Ce cantitate de clorură de amoniu de puritate 90% este necesară pentru a prepara prin tratare cu hidroxid de sodiu 2,5, kg soluție de amoniac 25%.*

Răspuns : 2,07 kg NH_4Cl

246. *Se absorb în apă 1,115 l de amoniac, măsurați în condiții normale. Cîți cm³ de acid sulfuric 1 n sînt necesari pentru neutralizarea soluției de amoniac, dacă absorbția este completă ?*

Răspus : 45,48 cm³ H_2SO_4 1 *n*

247. *Prin sinteză directă se fabrică 224 m³ de amoniac. Amoniacul se trece printr-o soluție de acid sulfuric 1 n. Să se calculeze :*

a) *volumele de azot și hidrogen necesare ;*
b) *cantitatea de sulfat de amoniu obținut.*

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale.

Răspuns : a) 112 *m³* N_2 ; 336 *m³*H_2 ; *b)* 660 kg $(NH_4)SO_4$

248. *Ce masă de azotat de sodiu trebuie tratată cu acid sulfuric pentru a obține 1 kg de acid azotic.*

Răspuns : 1,35 kg $NaNO_3$

249. *Se prepară industrial 1 t de acid azotic 60% prin oxidarea amoniacului. Să se calculeze :*

a) *volumul de amoniac necesar dacă randamentul transformării este 90% ;*
b) *volumele de azot și hidrogen necesare sintezei amoniacului.*

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale

Răspuns : a) 237 m³ ; *b)* 118,5 m³ N_2 ; 355,5 m³H_2

250. *Ce cantitate de acid azotic de concentrație 50% este necesară pentru a prepara un litru de soluție 2n.*

Răspuns : 252 g HNO_3 50%

251. *Se tratează cupru metalic cu 400 g soluție de acid azotic 12,6%. Se cere :*

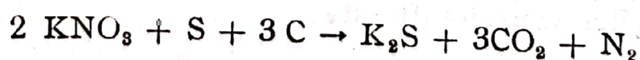
a) *masa cuprului care participă la reacție ;*
b) *cantitățile de produse care rezultă.*

Răspuns : a) 19,5 g Cu ; *b)* 56,25 g $Cu(NO_3)_2$; 7,2 g H_2O

252. *O soluție de acid azotic este neutralizată cu 28,75 cm³ soluție hidroxid de potasiu n/2. Cîte grame de acid azotic conține soluția ?*

Răspuns : 0,906 g HNO_3

253. *Pulberea neagră (prafул de pușcă) este un amestec de azotat de potasiu, cărbune de lemn și sulf. Ce volum de gaz, măsurat în condiții normale, se degajă prin explozia a 1 kg de pulbere, admițînd că arderea corespunde ecuației :*



$$2\ KNO_3 + S + 3\ C \rightarrow K_2S + 3CO_2 + N_2$$

Răspuns : 332 l

XIII. Fosforul și arsenul

254. *Densitatea vaporilor de fosfor la 300°, comparativ cu densitatea aerului, este 4,4. Câți atomi conține molecula de fosfor?*

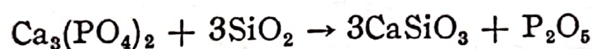
Masa moleculară a fosforului se obține înmulțind densitatea vaporilor săi cu masa moleculară medie a aerului:

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 4,4 = 127,16$$

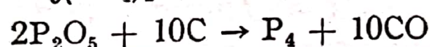
Știind că masa atomică a fosforului este 31, numărul de atomi din molecula de fosfor este $127,16 : 31 = 4$.

255. *Se tratează, în cuptorul electric cu bioxid de siliciu și cărbune o tonă de fosfat care conține 64,5% fosfat tricalcic. Să se calculeze cantitatea de fosfor obținută știind că randamentul este 85%.*

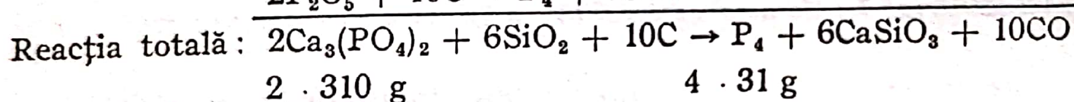
Reacția decurge în 2 etape:



$$Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 \rightarrow 3CaSiO_3 + P_2O_5$$



$$2P_2O_5 + 10C \rightarrow P_4 + 10CO$$



Reacția totală: $2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \rightarrow P_4 + 6CaSiO_3 + 10CO$

$2 \cdot 310$ g $\qquad$ $4 \cdot 31$ g

Cantitatea de fosfat de calciu care intră în reacție, ținînd seama de puritatea fosfatului, este:

$$\frac{1\,000 \cdot 64,5}{100} = 645 \text{ kg } Ca_3(PO_4)_2$$

Din ecuația reacției reiese că din 2 moli ($2 \cdot 310$ g) $Ca_3(PO_4)_2$ se obține 1 mol ($4 \cdot 31$ g) fosfor (P_4) și deci din 645 kg $Ca_3(PO_4)_2$ rezultă:

$$\frac{645 \cdot 124}{2 \cdot 310} = 129 \text{ kg } P_4$$

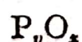
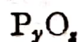
Dacă randamentul reacției este de 85%, cantitatea de P_4 este:

$$129 \frac{85}{100} = 109,6 \text{ kg } P_4$$

256. *Fosforul formează cu oxigenul doi compuși binari. Unul conține 56,3% fosfor și 43,7% oxigen iar altul 43,6% fosfor și 56,4% oxigen. Ce valență are fosforul în acești compuși?*

$$P = 31 \qquad O = 16$$

Formula compușilor considerați este:

 P_vO_x și  P_yO_z

v, *x*, *y* şi *z* fiind numere întregi. Compoziţia moleculară a primului compus este:

Fosfor: 31 *v*
Oxigen: 16 *x*

iar celui de-al doilea:

Fosfor: 31 *y*
Oxigen 16 *z*

Scriem proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală:

$$\frac{31\,v}{56{,}3} = \frac{16\,x}{43{,}7}$$

Dăm lui *v* valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru *x* este:

$$x = \frac{31 \quad 43{,}7}{56{,}3 \cdot 16} = 1{,}5.$$

Procedăm analog şi pentru determinarea lui *y* şi *z*.

$$\frac{31\,y}{43{,}6} = \frac{16\,z}{56{,}4}$$

Pentru $y = 1$ valoarea lui *z* este:

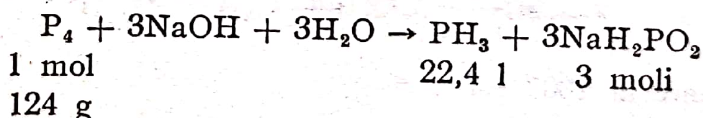
$$z = \frac{31 \cdot 56{,}4}{43{,}6 \cdot 16} = 2{,}5$$

Cum valorile obţinute sînt fracţionare, înmulţim cu 2 şi rezultă că formulele atribuite oxizilor de fosfor sînt P_2O_3 şi P_2O_5. Oxigenul fiind bivalent, fosforul este respectiv trivalent şi pentavalent.

Menţionăm că în stare de vapori şi în soluţii în dizolvanţi organici acestor oxizi le corespund formulele P_4O_6 şi respectiv P_4O_{10}.

257. *Să se calculeze masa de fosfor care prin tratare cu hidroxid de sodiu în soluţie apoasă să dea 1,5 moli de hipofosfit de sodiu. Ce volum de fosfină se degajă în condiţii normale?*

Are loc reacţia:



$$P_4 + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3NaH_2PO_2$$

1 mol — 22,4 l — 3 moli
124 g

Ecuaţia arată că reacţionînd un mol (124 g) P_4 se obţin 3 moli NaH_2PO_2 şi 1 mol (22,4 l) fosfină. Masa de fosfor care reacţionează pentru a se obţine 1,5 moli NaH_2PO_2 este:

$$\frac{1{,}5 \cdot 124}{3} = 62 \text{ g } P_4$$

Volumul de fosfină care se degajă în condiţii normale:

$$\frac{1{,}5 \cdot 22{,}4}{3} = 11{,}2 \text{ l } PH_3$$

258. *Pentaclorura de fosfor se disociază după ecuația:*



$$PCl_5 \rightleftarrows PCl_3 + Cl_2$$

Densitatea vaporilor în raport cu aerul, la presiunea normală, determinată la diferite temperaturi este dată în tabelul următor:

Temperaturi	180°	200°	250°
Densitatea vaporilor	5,08	4,99	4,00

Să se determine gradul de disociere la aceste diferite temperaturi şi să se precizeze influența temperaturii.

O moleculă de PCl_5 se disociază dînd naştere unei molecule de PCl_3 şi unei molecule de Cl_2; α molecule de PCl_5 se disociază dînd naştere la α molecule PCl_3 şi la α molecule de Cl_2.

La echilibru sistemul conține $(1-\alpha)$ molecule PCl_5, α molecule de PCl_3 şi α molecule de Cl_2, adică $(1+\alpha)$ particule.

Calculăm densitatea teoretică a PCl_5, ştiind că masa moleculară a PCl_5 este 208,3, iar masa moleculară medie a aerului 28,9.

$$d = \frac{208{,}3}{28{,}9} = 7{,}18$$

Obținem relația între densitatea teoretică şi densitatea experimentală, ținînd seama că un amestec care este format din $(1+\alpha)$ moli de gaz ocupă în condiții normale un volum egal cu $22{,}4\,(1+\alpha)$ l. Densitatea experimentală a amestecului gazos este deci

$$d_{exp} = \frac{208{,}3}{22{,}4\,(1+\alpha)\cdot 1{,}293} = \frac{208{,}3}{28{,}9\,(1+\alpha)}.$$

Dar $\frac{208{,}3}{28{,}9}$ este egală tocmai cu densitatea teoretică, deci:

$$d_{exp} = \frac{d}{1+\alpha} \quad \text{de unde} \quad \alpha = \frac{d - d_{exp}}{d_{exp}}.$$

Gradul de disociere la 180° este:

$$\alpha = \frac{7{,}18 - 5{,}08}{5{,}08} = 0{,}413 \text{ sau } 41{,}3\%.$$

Gradul de disociere la 200°;

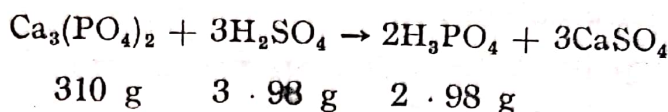
$$\alpha = \frac{7{,}18 - 4{,}99}{4{,}99} = 0{,}439 \text{ sau } 43{,}9\%.$$

Gradul de disociere la 250°;

$$\alpha = \frac{7{,}18 - 4{,}00}{4{,}00} = 0{,}795 \text{ sau } 79{,}5\%.$$

Din rezultatele obținute reiese concluzia că ridicarea temperaturii favorizează disocierea.

259. *Ce cantitate de acid sulfuric 78% va intra în reacție cu 100 kg fosfat ce conține 80% fosfat de calciu și cît acid fosforic se obține?*



$$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$$

$$310\ g \qquad 3 \cdot 98\ g \qquad 2 \cdot 98\ g$$

Cantitatea de $Ca_3(PO_4)_2$ care participă la reacție:

$$100 \cdot \frac{80}{100} = 80\ kg.$$

Din ecuația reacției rezultă că un mol (310 g) $Ca_3(PO_4)_2$ reacționează cu 3 moli (3 · 98 g) H_2SO_4, 80 kg $Ca_3(PO_4)_2$ vor intra în reacție cu:

$$\frac{80 \cdot 3 \cdot 98}{310} = 75{,}87\ kg\ H_2SO_4\ 100\%.$$

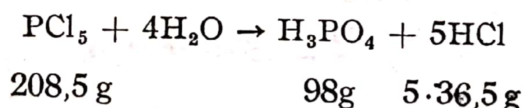
Cantitatea de H_2SO_4 78% care va participa în reacție este:

$$75{,}87 \cdot \frac{100}{78} = 97{,}27\ kg\ H_2SO_4\ 78\%.$$

Cum din 1 mol (310 g) $Ca_3(PO_4)_2$ se obțin 2 moli (2 · 98 g) H_3PO_4, din 80 kg fosfat rezultă:

$$\frac{80 \cdot 2 \cdot 98}{310} = 50{,}580\ kg\ H_2PO_4.$$

260. *Ce concentrație procentuală în acid fosforic și acid clorhidric are soluția rezultată prin dizolvarea unui mol de pentaclorură de fosfor în 500 g apă?*



$$PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$

$$208{,}5\ g \qquad\qquad 98g \qquad 5 \cdot 36{,}5\ g$$

Pentru aflarea concentrației procentuale în acid fosforic și în acid clorhidric, ținem seama că (208,5 + 500) g soluție conțin 98 g H_3PO_4 și 5 · 36,5 g HCl.

Rezultă că la 100 g soluție se vor găsi:

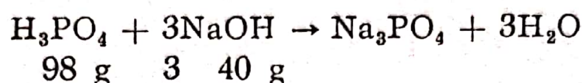
$$\frac{100 \cdot 98}{708{,}5} = 13{,}88\ g\ H_3PO_4.$$

$$\frac{100 \cdot 5 \cdot 36{,}5}{708{,}5} = 25{,}75\ g\ HCl.$$

Deci concentrația procentuală în H_3PO_4 este 13,83%, iar în HCl 25,75%.

261. *Se diluează 20,5 g soluție acid fosforic la 1 000 cm³. Se iau 50 cm³ din soluția obținută și se neutralizează cu hidroxid de sodiu n/2 în prezența fenolftaleinei. Se utilizează în acest caz 33,5 cm³. Care este concentrația în procente de masă al soluției de acid inițiale?*

Scriem reacția de neutralizare:



$$H_3PO_4 + 3NaOH \rightarrow Na_3PO_4 + 3H_2O$$
$$98\ g \quad 3 \quad 40\ g$$

Din ecuația reacției rezultă că 3 moli (3 40 g) NaOH neutralizează 1 mol (98 g) H_3PO_4. Cei 0,67 g NaOH vor reacționa cu:

$$\frac{0{,}67 \quad 98}{3 \cdot 40} = 0{,}54\ g\ H_3PO_4.$$

0,54 g H_3PO_4 sînt conținute în 50 cm³ soluție neutralizată de 33,5 cm³ soluție NaOH n/2. În 1 000 cm³ soluție vor fi:

$$\frac{1\,000 \quad 0{,}54}{50} = 10{,}8\ g\ H_3PO_4.$$

Înainte de diluare, 20,5 g de soluție inițială conținea 10,8 g H_3PO_4, ceea ce corespunde pentru 100 g soluție:

$$\frac{10{,}8 \quad 100}{20{,}5} = 52{,}68\ g,\ \text{adică}\ 52{,}68\%.$$

262. *În ce volum de apă trebuie să dizolvăm 250 g fosfat disodic cristalizat pentru a obține o soluție de concentrație 20%?*

Na = 23; H = 1; P = 31; O = 16

Masa moleculară a Na_2HPO_4 $12H_2O = 358$
Masa moleculară a apei = 18.
Masa de apă conținută în 250 g fosfat disodic hidratat:

$$\frac{12 \cdot 18 \cdot 250}{358} = 150{,}8\ g\ H_2O.$$

Masa de fosfat disodic anhidru conținută în 250 g fosfat disodic hidratat:

$$250 - 150{,}8 = 99{,}2\ g$$

Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 99,2 g fosfat disodic anhidru pentru a obține o soluție de 20% este:

$$\frac{80 \cdot 99{,}2}{20} = 396{,}8\ cm^3.$$

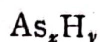
Volumul de apă în care trebuie să dizolvăm 250 g fosfat disodic hidratat pentru a obține o soluție de 20%:

$$396{,}8 - 150{,}8 = 246\ cm^3$$

263. *Arsenul formează cu hidrogenul un compus care conține 96,1% arsen și 3,9% hidrogen. Ce valență are arsenul în acest compus?*

$$As = 75 \qquad H = 1$$

Formula compusului considerat este:



$$As_xH_y$$

x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a compusului este:

Arsen : $75x$

Hidrogen : y

Între compoziția moleculară și cea procentuală există relația:

$$\frac{75x}{96,1} = \frac{y}{3,9}.$$

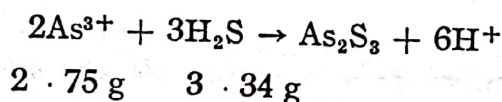
Obținem pentru y, dînd lui x valoarea arbitrară 1:

$$y = \frac{75 \cdot 3,9}{96,1} \approx 3$$

Formula atribuită compusului considerat este AsH_3, arsenul fiind trivalent.

264. *Ce canitate de hidrogen sulfurat este necesară spre a precipita sub formă de sulfură 130,4 g arsen? Să se calculeze masa de sulfură de fier de puritate 82,5% folosită pentru obținerea hidrogenului sulfurat necesar.*

Scriem ecuația reacției de precipitare:

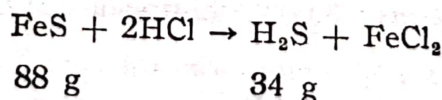


$$2As^{3+} + 3H_2S \rightarrow As_2S_3 + 6H^+$$
$$2 \cdot 75\ g \qquad 3 \cdot 34\ g$$

Cum 2 moli (2·75 g) de atomi de As sînt precipitați de 3 moli (3 · 34 g) H_2S, pentru precipitarea celor 130,4 g As vor fi necesare:

$$\frac{130,4 \cdot 3 \cdot 34}{2 \cdot 75} = 88,6\ g\ H_2S.$$

Din reacția:



$$FeS + 2HCl \rightarrow H_2S + FeCl_2$$
$$88\ g \qquad\qquad 34\ g$$

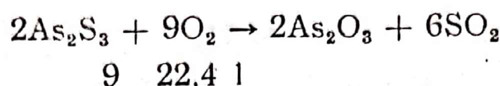
rezultă că pentru a obține 1 mol (34 g) hidrogen sulfurat este necesar 1 mol (88 g) sulfură de fier.

Masa de sulfură de fier 82,5% necesară obținerii a 88,6 g H_2S este:

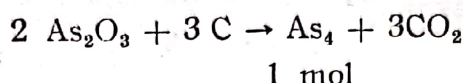
$$\frac{88,6 \cdot 88 \cdot 100}{34 \cdot 82,5} = 278\ g\ FeS\ 82,5\%.$$

265. *Ce volum de aer, măsurat în condiţii normale de temperatură şi presiune, este necesar ca prin arderea sulfurii de arsen (auripigment) să se obţină trioxidul de arsen, care redus să dea 5 moli de arsen molecular?*

Au loc reacţiile:



$$2As_2S_3 + 9O_2 \rightarrow 2As_2O_3 + 6SO_2$$
$$9 \quad 22{,}4 \text{ l}$$



$$2\ As_2O_3 + 3\ C \rightarrow As_4 + 3CO_2$$
$$1 \text{ mol}$$

Din ecuaţiile reacţiilor rezultă că pentru obţinerea a 1 mol arsen molecular sînt necesari 9 moli $(9 \cdot 22{,}4 \text{ l})O_2$. Oxigenul necesar pentru obţinerea a 5 moli As_4 este:

$$5 \quad 9 \cdot 22{,}4 = 1\,008 \text{ l } O_2$$

Ţinînd seama că 100 l aer conţine 21 l oxigen, aerul necesar este:

$$\frac{100 \cdot 1\,008}{21} = 4\,800 \text{ l aer.}$$

266. *În cuptorul electric reacţionează fosfat tricalcic, ce conţine 10% impurităţi, cu nisip, ce conţine 90% bioxid de siliciu, şi cu cocs, cu un conţinut 25% carbon. Să se calculeze masele substanţelor prime care au fost introduse în cuptor, dacă se obţin 50 kg fosfor.*

Răspuns: 277,7 kg $Ca_3(PO_4)_2$; 161,2 kg nisip; 193,2 kg cocs

267. *Cîte grame pentoxid de fosfor se obţin la arderea a 140 g fosfor, dacă pierderile se ridică la 10%?*

Răspuns: 288,69 g P_2O_5

268. *Se obţin 110 g acid fosforic prin oxidarea fosforului alb cu acid azotic concentrat. Să se calculeze:*

a) masa de fosfor necesară:

b) cantitatea de acid azotic 52% care participă la reacţie.

Răspuns: a) 34,77 g fosfor; *b)* 226,7 g HNO_3 52%.

269. *Să se calculeze conţinutul procentual al acidului fosforic în hidrogen, fosfor şi oxigen.*

Răspuns: 3,06% hidrogen; 31,63% fosfor; 65,30% oxigen

270. *Pentoxidul de fosfor cu apă multă formează acid fosforic. Să se determine cantitatea de soluţie acid fosforic 9,8% care se obţine folosind 14 g pentoxid.*

Răspuns: 200 g H_3PO_4 9,8%

271. *Se tratează 100 kg fluoroapatită,* $Ca_5[(PO_4)_3F]$, *cu acid sulfuric. Care este masa de superfosfat obţinută şi ce cantitate de acid sulfuric 70% este necesară?*

Răspuns: 93,3 kg superfosfat; 97,1 kg H_2SO_4 70%

272. *Se neutralizează 28 g soluție de acid fosforic cu 48,6 cm^3 hidroxid de potasiu 1 n. Care este concentrația procentuală a soluției de acid fosforic?*

Răspuns: 5,67% H_3PO_4

273. *Oxidat cu acid azotic diluat, trioxidul de arsen se transformă în acid arsenic. Ce cantitate de acid azotic 30% este necesar pentru a obține 1 mol de acid arsenic?*

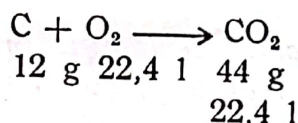
Răspuns: 630 g HNO_3 30%

274. *Să se determine masa de hidrogen sulfurat necesar precipitării a 13,04 g arsen sub formă de sulfură și masa sulfurii de fier 82,5% folosită pentru prepararea hidrogenului sulfurat necesar:*

Răspuns: 8,86 g H_2S; 27,7 g FeS.

XIV. Carbonul și siliciul

275. *Să se determine volumul de oxigen necesar pentru a arde complet 100 g carbon. Care este masa și volumul de bioxid de carbon obținut?*
Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.
Are loc reacția:



$$\underset{12\ g}{C} + \underset{22{,}4\ l}{O_2} \longrightarrow \underset{\substack{44\ g \\ 22{,}4\ l}}{CO_2}$$

Pentru a arde 1 mol (12 g) C este necesar 1 mol (22,4 l)O_2. Arzînd 100 g C trebuie:

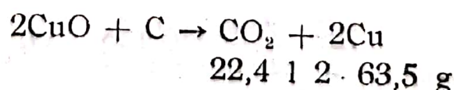
$$\frac{100 \cdot 22{,}4}{12} = 187\ l\ O_2.$$

Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol (12 g) C se obține 1 mol (44 g) sau 22,4 l CO_2.

Din 100 g C vor rezulta:

$$\frac{100 \cdot 44}{12} = 367\ g\ CO_2 \quad \text{sau} \quad \frac{100 \cdot 22{,}4}{12} = 187\ l\ CO_2.$$

276. *Reducînd oxidul cupric cu carbon, se obțin 5,60 l de bioxid de carbon. Să se calculeze masa de cupru liberată.*
Din ecuația chimică:

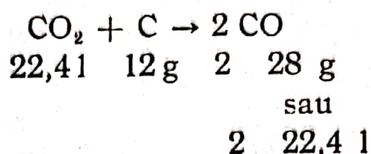


$$2CuO + C \rightarrow \underset{22{,}4\ l}{CO_2} + \underset{2 \cdot 63{,}5\ g}{2Cu}$$

rezultă că la 1 mol (22,4 l) CO_2 corespund 2 moli (2 · 63,5 g) Cu. La 5,6 l CO_2 corespund:

$$\frac{5{,}6 \cdot 2 \cdot 63{,}5}{22{,}4} = 31{,}75\ g\ Cu.$$

277. *Ce volum de oxid de carbon se obține reducînd cu cărbune 5 l de bioxid de carbon? Să se calculeze masa de oxid de carbon format și masa carbonului care a servit la reducere.*
Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.



$$CO_2 + C \rightarrow 2\,CO$$
$$22{,}4\,l \quad 12\,g \quad 2 \quad 28\,g$$
$$\text{sau}$$
$$2 \quad 22{,}4\,l$$

Ținînd seama că reacționînd 1 mol (22,4 l) CO_2 se obțin 2 moli (2 28 g) sau (2 · 22,4 l) CO, din 5 l CO_2 rezultă:

$$\frac{5 \cdot 2 \quad 22{,}4}{22{,}4} = 10 \text{ l CO sau}$$

$$\frac{5 \cdot 2 \cdot 28}{22{,}4} = 12{,}5 \text{ g CO.}$$

Cum 1 mol (12 g) C reduce 1 mol (22,4 l) CO_2, masa carbonului care a servit la reducerea a 5 l CO_2 este:

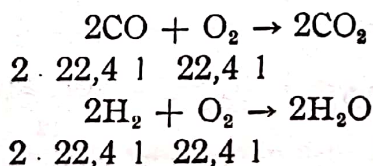
$$\frac{5 \cdot 12}{22{,}4} = 2{,}5 \text{ g C.}$$

278. *Un gaz de apă are următoarea compoziție în volume: oxid de carbon 27%; hidrogen 12%; bioxid de carbon 6%; azot 55%. Ce volum de aer este necesar pentru arderea a unui litru din acest gaz?*

Într-un litru de gaz de apă se află:

0,27 l CO; 0,12 l H_2; 0,06 l CO_2 și 0,55 l N_2.

Din amestec ard numai oxidul de carbon și hidrogenul.



$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$
$$2 \cdot 22{,}4\,l \quad 22{,}4\,l$$
$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$
$$2 \cdot 22{,}4\,l \quad 22{,}4\,l$$

Pentru arderea a 2 moli (2 · 22,4 l) CO este necesar 1 mol (22,4 l) O_2, arderea a 0,27 l CO vor necesita:

$$\frac{0{,}27 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 22{,}4} = 0{,}135 \text{ l } O_2$$

Cum 1 mol (22,4 l) O_2 participă la reacția de ardere a 2 moli (2 · 22,4 l) hidrogen, pentru arderea a 0,12 l H_2 vor intra în reacție:

$$\frac{0{,}12 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 22{,}4} = 0{,}06 \text{ l } O_2.$$

La arderea unui litru de gaz de apă sînt deci necesari:

$$0{,}135 + 0{,}06 = 0{,}195 \text{ l } O_2$$

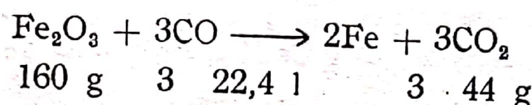
Aerul fiind format în volume din 21% O_2 şi 79% N_2, pentru ardere vor fi necesari

$$\frac{100 \cdot 0{,}195}{21} = 0{,}928 \text{ l aer.}$$

279. *Se reduce oxidul feric cu oxid de carbon. Să se calculeze:*

a) volumul minim de oxid de carbon, măsurat la 0° şi 1 atm, necesar pentru reducerea a 15 g oxid feric;

b) masa de bioxid de carbon formată în această reacţie.



$$\underset{160 \text{ g}}{Fe_2O_3} + \underset{3 \cdot 22{,}4 \text{ l}}{3CO} \longrightarrow 2Fe + \underset{3 \cdot 44 \text{ g}}{3CO_2}$$

a) Din ecuaţia reacţiei rezultă că la reducerea a 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) CO.

Pentru reducerea a 15 g Fe_2O_3 vor participa la reacţie

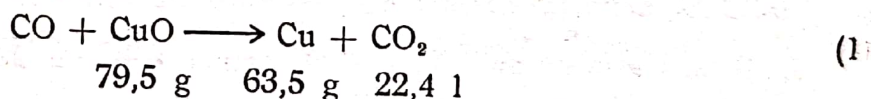
$$\frac{15 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{160} = 6{,}3 \text{ l CO.}$$

b) Cum la reducerea a 1 mol (160 g) Fe_2O_3 rezultă 3 moli (3 · 44 g) CO_2, intrînd în reacţie 15 g Fe_2O_3 se obţin:

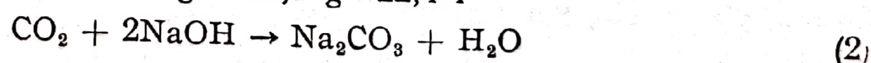
$$\frac{15 \cdot 3 \cdot 44}{160} = 12{,}4 \text{ g } CO_2.$$

280. *Se trece un curent de oxid de carbon printr-un tub încălzit care conţine oxid de cupru. La ieşirea din tub se culeg 0,250 l de gaz, în întregime absorbit de hidroxidul de sodiu. Care este acest gaz? Să se calculeze masa de oxid de cupru care a fost redusă şi masa de cupru pusă în libertate.*

Au loc reacţiile:



$$CO + \underset{79{,}5 \text{ g}}{CuO} \longrightarrow \underset{63{,}5 \text{ g}}{Cu} + \underset{22{,}4 \text{ l}}{CO_2} \quad (1)$$



$$CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O \quad (2)$$

Gazul absorbit în întregime de NaOH este CO_2.

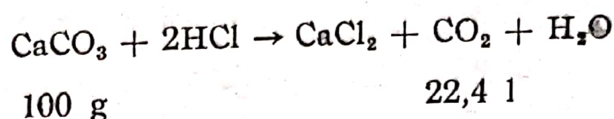
Din ecuaţia reacţiei (1) se vede că obţinîndu-se 1 mol (22,4 l) CO_2 este necesar 1 mol (79,5 g) CuO şi se liberează 1 mol (63,5 g) Cu. La 0,250 l CO_2 corespund:

$$\frac{0{,}250 \cdot 79{,}5}{22{,}4} = 0{,}89 \text{ g CuO}$$

şi

$$\frac{0{,}250 \cdot 63{,}5}{22{,}4} = 0{,}71 \text{ g Cu.}$$

281. *Acționînd acidul clorhidric în exces asupra a 2 g calcar se obțin 296 cm³ de bioxid de carbon, măsurați la 0° și 1 atm. Care este proporția de carbonat de calciu conținut în calcarul întrebuințat?*



$$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

100 g   22,4 l

Conform ecuației chimice din 1 mol (100 g) $CaCO_3$ se obține 1 mol ($22{,}4 \cdot 10^3 cm^3$) CO_2. Cele 296 cm^3 CO_2 provin din:

$$\frac{296 \cdot 100}{22{,}4 \cdot 10^3} = 1{,}32 \text{ g } CaCO_3.$$

Deoarece 2 g calcar conțin 1,32 g $CaCO_3$, proporția de $CaCO_3$ conținut în calcar este:

$$\frac{100 \cdot 1{,}32}{2} = 66\%.$$

282. *Într-un balon de 5 l introducem 10 l de aer, măsurat la presiunea de 1 atm, și 5 l bioxid de carbon, măsurat la presiunea de 10 atm. Să se calculeze presiunea amestecului.*

Folosim expresia care dă legea amestecurilor de gaze (legea lui Dalton), cînd variază simultan și presiunea și volumul:

$$pV = p_1V_1 + p_2V_2, \quad \text{de unde} \quad p = \frac{p_1V_1 + p_2V_2}{V}.$$

Înlocuind obținem:

$$p = \frac{1 \cdot 10 + 10 \cdot 5}{5} = 12 \text{ atm.}$$

283. *Un stingător de incendiu cu volumul de 12 l conține 10 kg bioxid de carbon. Dacă robinetul este deschis la 25° și 1 atm, ce volum de gaz furnizează stingătorul?*

La 0° și 1 atm un mol (44 g) CO_2 ocupă volumul 22,4 l.
Cele 10 000 g CO_2 vor ocupa:

$$\frac{10\,000 \cdot 22{,}4}{44} = 5091 \text{ l}$$

iar la 25°:

$$V = V_0(1 + \alpha t) = 5091\left(1 + \frac{25}{273}\right) = 5549{,}2 \text{ l.}$$

Volumul de gaz utilizabil este:

$$5549{,}2 - 12 = 5537{,}2 \text{ l} = 5{,}537 \text{ m}^3$$

284. *Un gaz provenind prin distilarea huilei conține:* H_2, CH_4, CO, CO_2, C_2H_4. *Se trec 1 000 cm³ din acest gaz, prin barbotare, într-o soluție de hidroxid de potasiu și rămîn 980 cm³. Aceștia se trec printr-o soluție amoniacală de clorură cuproasă și rămîn 900 cm³ gaz. Se introduc 100 cm³ din acest rest într-un eudiometru împreună cu 200 cm³ oxigen. După trecerea unei scîntei rămîn 125 cm³ de gaz, dintre care 60 cm³ sînt absorbiți de hidroxid de potasiu și restul de fosfor.*

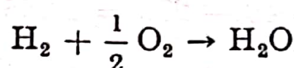
a) Care este compoziția amestecului inițial?

b) Ce volum de aer, măsurat la 0° și 1 atm, este necesar pentru arderea a 1 m³ de gaz?

a) Hidroxidul de potasiu absoarbe bioxidul de carbon, iar soluția amoniacală de clorură cuproasă oxidul de carbon. Rezultă deci:

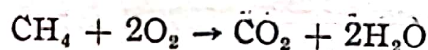
Volumul de $CO_2 = 20$ cm³ și volumul de $CO = 80$ cm³.

Să notăm cu x, y și z volumele de hidrogen, metan și etilenă, conținute în 100 cm³ de amestec restant și scriem ecuația combustiei complete:



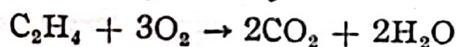
$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$$

$$x \qquad \frac{1}{2}x$$



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$y \qquad 2y \qquad y$$



$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

$$z \qquad 3z \qquad 2z$$

$$x + y + z = 100 \tag{1}$$

Din combustie rezultînd 60 cm³ CO_2 putem scrie:

$$y + 2z = 60 \tag{2}$$

Pe de altă parte, rămîne în eudiometru, după combustie:

$$125 - 60 = 65 \text{ cm}^3 \text{ oxigen}$$

și deci combustia a necesitat: $200 - 65 = 135$ cm³ oxigen, de unde:

$$\frac{x}{2} + 2y + 3z = 135. \tag{3}$$

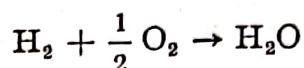
Rezolvînd sistemul format din ecuațiile (1), (2) și (3) se obține:

$$x = 50 \text{ cm}^3, \quad y = 40 \text{ cm}^3, \quad z = 10 \text{ cm}^3$$

În amestecul inițial cele 3 gaze, H_2, CH_4 și C_2H_4 ocupă un volum de 900 cm³, de unde volumele respective:

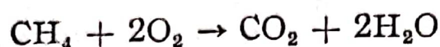
Volumul de hidrogen: 450 cm³
Volumul de metan: 360 cm³
Volumul de etilenă: 90 cm³

b) Scriem din nou ecuaţiile de ardere, indicînd volumele:



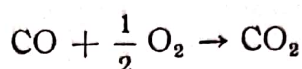
$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$$

450 l 225 l 450 l (vapori)



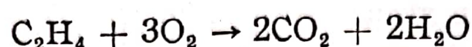
$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

360 l 720 l 360 l 720 l (vapori)



$$CO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CO_2$$

80 l 40 l 80 l



$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

90 l 270 l 180 l 180 l (vapori)

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 1 m^3 de gaz:

$$225 + 720 + 40 + 270 = 1\,255 \text{ l } O_2$$

Aerul fiind format, în volume din 21% O_2 şi 79% N_2, pentru arderea a 1m^3 de gaz sînt necesari:

$$\frac{100 \cdot 1\,255}{21} = 5976 \text{ l aer.}$$

285. *Siliciul dă cu oxigenul un compus binar format din 46,9% siliciu şi 53,1% oxigen. Ce valenţă are siliciul în acest compus?*

Si = 28 O = 16

Formula compusului considerat este:



$$Si_xO_y$$

x şi y fiind numere întregi. Compoziţia moleculară a sa este:

Siliciu: 28 x

Oxigen: 16y

Scriem proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală

$$\frac{28\,x}{46,9} = \frac{16\,y}{53,1}.$$

Dăm lui x o valoare arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru y este:

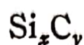
$$y = \frac{53,1 \cdot 28}{46,9 \cdot 16} = 2.$$

Formula atribuită oxidului de siliciu este SiO_2. În acest compus siliciul are valenţa 4, oxigenul fiind bivalent.

286. *Care este formula cea mai simplă, atribuită carburii de siliciu, știind că această substanță conține 70% siliciu și 30% carbon? Să se calculeze cîtă carbură de siliciu se obține prin reducerea a 0,2 moli de bioxid de siliciu cu cărbune.*

$Si = 28 \qquad C = 12$

a) Formula compusului considerat este:



$$Si_xC_y$$

x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a compusului este:

Siliciu: $28\,x$
Carbon: $12\,y$

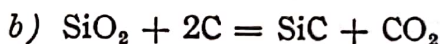
Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă:

$$\frac{28\,x}{70} = \frac{12\,y}{30}.$$

Dăm lui x valoarea arbitrară 1 și obținem pentru y:

$$y = \frac{28 \cdot 30}{70 \cdot 12} = 1.$$

Cea mai simplă formulă atribuită carburii de siliciu este SiC.

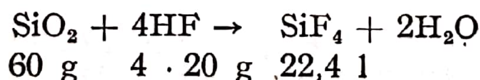


b) $SiO_2 + 2C = SiC + CO_2$
1 mol $\qquad$ 40 g

Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol SiO_2 rezultă 1 mol (40 g) SiC și deci din 0,2 moli SiO_2 obținem:

$$\frac{0{,}2 \cdot 40}{1} = 8 \text{ g SiC}.$$

287. *Asupra a 50 g mineral ce conține 95% bioxid de siliciu acționează acidul fluorhidric. Să se calculeze:*
a) masa și volumul soluției de acid fluorhidric 47%, cu densitatea 1,5 g/cm³, care intră în reacție;
b) cîți litri de tetrafluorură de siliciu rezultă.



$SiO_2 + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2O$
60 g $\quad$ 4 · 20 g $\quad$ 22,4 l

În 50 g mineral se găsesc:

$$\frac{50 \cdot 95}{100} = 47{,}5 \text{ g } SiO_2.$$

a) Cantitatea de HF utilizată în reacție se află ținînd seamă că, după ecuația reacției, 1 mol (60 g) SiO_2 reacționează cu 4 moli (4 · 20 g) HF și deci pentru 47,5 g SiO_2 vor fi necesare:

$$\frac{47{,}5 \cdot 4 \cdot 20}{60} = 63{,}3 \text{ g HF}$$

Cantitatea de soluție HF 47% pentru efectuarea reacției este:

$$63{,}3 \cdot \frac{100}{47} = 134{,}7 \text{ g soluție HF } 47\%,$$

iar volumul de soluție HF 47% necesar pentru reacție:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{134{,}7}{1{,}5} = 89{,}8 \text{ cm}^3 \text{ HF } 47\%.$$

b) Din ecuația reacției reiese că din 1 mol (60 g) SiO_2 se obține 1 mol (22,4 l) SiF_4. La 47,5 g SiO_2 corespunde:

$$\frac{47{,}5 \cdot 22{,}4}{60} = 17{,}733 \text{ l } SiF_4.$$

288. *Prin arderea a 12 g carbon impur se obține 30,8 g bioxid de carbon. Care este conținutul procentual al carbonului?*

Răspuns: 70%

289. *Se reduc 20,25 g oxid de zinc cu cărbune la 1 100°. Să se determine:*
a) volumul de oxid de carbon format, măsurat în condiții normale;
b) masa de zinc obținută.

Răspuns: a) 5,6 l CO; *b)* 16,25 g Zn

290. *O huilă conține 80% carbon, 5% hidrogen și restul produse necombustibile. Să se calculeze volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar arderii a 1 kg din această huilă.*

Răspuns: 8,46 m³ aer

291. *Se reduc 10 l de bioxid de carbon cu cărbune. Se cere:*
a) volumul de oxid de carbon rezultat;
b) masa oxidului de carbon;
c) masa cărbunelui care a servit la reducere, dacă conține 90% carbon.
Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale.

Răspuns: a) 20 l CO; 25 g CO; *c)* 5,9 g cărbune

292. *Se tratează cu acid sulfuric, la cald, 100 g soluție carbonat de potasiu 10%. Să se calculeze volumul bioxidului de carbon degajat, în condiții normale.*

Răspuns: 1,62 l CO_2

293. *Reacționează cu carbonatul de calciu 40 cm³ acid sulfuric 1,5 n. Să se determine:*
a) volumul bioxidului de carbon rezultat, măsurat la 22° și 755 mm Hg;
b) masa precipitatului care se obține, dacă bioxidul de carbon este introdus în apă de var.

Răspuns: a) 730,9 cm³ CO_2; *b)* 3 g $CaCO_3$

294. *Se încălzesc 50 g acid oxalic cu acid sulfuric concentrat. Care sînt gazele ce se obțin? Se trec gazele prin 250 cm³ hidroxid de sodiu 20%. Ce conține soluția la terminarea operației? Ce gaz rămîne după trecerea prin soluția de hidroxid de sodiu și care este volumul său în condiții normale?*

Răspuns: CO_2 și CO; 58,9 g Na_2CO_3 și 5,6 g NaOH; 12,44 l CO

295. *Cunoscînd că 95 cm³ de bioxid de carbon la 20° și 741 mm Hg au masa 0,1661g să se calculeze:*

a) masa a 1 l bioxid de carbon, în condiții normale;

b) masa a 1 l bioxid de carbon la —2° și 765 mm Hg.

Răspuns: a) 1,9646 g; *b)* 1,992 g

296. *1 l de bioxid de carbon, măsurat în condiții normale, ocupă după încălzire la 28° un volum de 1,16 l. Să se calculeze presiunea la care este supus gazul.*

Răspuns: 722,4 mm Hg

297. *50 cm³ dintr-o soluție de carbonat de sodiu se tratează cu o soluție de clorură de calciu în exces. Precipitatul obținut filtrat, spălat și uscat are masa 0,4296 g. Se cere normalitatea soluției de carbonat de sodiu.*

Răspuns: 0,17 *n*

298. *Reacționează 2 moli de clor cu bioxid de siliciu și cărbune la circa 600°. Să se calculeze:*

a) numărul de moli de tetraclorură de siliciu rezultată;

b) cantitățile de substanțe ce se obțin prin reacția acesteia cu apa.

Răspuns: a) 1 mol $SiCl_4$; *b)* 1 mol $Si(OH)_4$, 4 moli HCl

299. *În ce proporție trebuie să amestecăm nisip de cuarț, carbonat de sodiu și carbonat de calciu pentru a obține sticla comună pentru geamuri și butelii, cu compoziția aproximativă:* $6SiO_2$, Na_2O, CaO?

Răspuns: 75,3 părți SiO_2; 22,2 părți Na_2CO_3; 20,8 părți $CaCO_3$

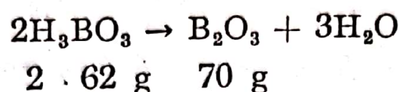
300. *La fabricarea sticlei de plumb (cristal) s-au amestecat 100 părți nisip de cuarț 100 părți miniu și 30 părți carbonat de potasiu. Care este compoziția aproximativă a acestei sticle?*

Răspuns: 15 SiO_2, 4 PbO, 2 K_2O

XV. Borul

301. *Cît acid boric este necesar ca prin calcinarea lui să se obţină 0,5 moli oxid de bor? Dacă oxidul de bor obţinut se topeşte cu cărbune în cuptorul electric, ce produse se obţin şi în ce cantitate?*

Din ecuaţia reacţiei:

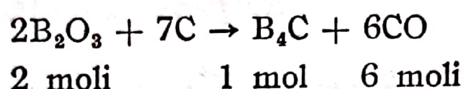


$$2H_3BO_3 \rightarrow B_2O_3 + 3H_2O$$
$$2 \cdot 62\ g \quad 70\ g$$

rezultă că pentru obţinerea a 1 mol (70 g) oxid de bor sînt necesari 2 moli (2 · 62g) de acid boric.

Pentru 0,5 moli (35 g) B_2O_3 va fi necesar 1 mol (62 g) H_3BO_3.

În cuptorul electric are loc reacţia:



$$2B_2O_3 + 7C \rightarrow B_4C + 6CO$$
$$2\ moli \qquad 1\ mol \quad 6\ moli$$

obţinîndu-se carbură de bor şi oxid de carbon. Din 0,5 moli B_2O_3 va rezulta $\frac{1}{4}$ mol B_4C şi 1,5 moli CO.

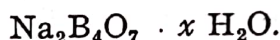
302. *Cu cîte molecule de apă cristalizează boraxul* $Na_2B_4O_7$, *ştiind că 1 g de borax pierde la calcinare 0,461 g apă?*

Na = 23 B = 11 O = 16 H = 1

Masa moleculară a boraxului anhidru $Na_2B_4O_7 = 202$

Masa moleculară a apei $H_2O = 18$.

Notînd cu x numărul de molecule de apă de cristalizare, formula boraxului cristalizat este:



$$Na_2B_4O_7 \cdot x\,H_2O.$$

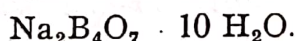
Cum 1 g de borax hidratat pierde prin calcinare 0,461 g de apă, o moleculă de borax hidratat $202 + 18\,x\,H_2O$ va pierde $18\,x\,H_2O$.

Rezultă ecuaţia:

$$18x = (202 + 18x) \cdot 0{,}461$$

De unde: $x = 10$.

Boraxul hidratat cristalizează deci cu 10 molecule de apă şi are formula



$$Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O.$$

303. *Să se calculeze masa moleculară a diboranului* B_2H_6 *ştiind că densitatea sa în condiţii normale este* $\rho = 1{,}24\ g/cm^3$.

Luînd masa unui gaz egală cu masa unui mol M şi volumul egal cu volumul molar $V = 22{,}4$ l, densitatea sa este dată de formula:

$$\rho = \frac{M}{V}, \text{ de unde } M = \rho \cdot V.$$

Cum diboranul are densitatea 1,24 g/cm³, masa sa moleculară este:

$$M = 1{,}24 \quad 22{,}4 = 27{,}7$$

304. *Câți moli de sodiu sînt necesari pentru reducerea a 2 moli de oxid de bor și ce cantitate de bor rezultă?*

Răspuns: 12 moli Na; 4 moli B

305. *Ce cantitate de acid boric se poate obține prin tratarea unei soluții apoase ce conține 135 g borax, cu acid clorhidric?*

Răspuns: 165,7 g H_3BO_3

306. *Se topește oxidul de bor cu cărbune în cuptorul electric. Dacă participă la reacție 140 kg de oxid de bor să se determine:*

a) masa carburii de bor rezultată;

b) volumul bioxidului de carbon degajat măsurat în condiții normale.

Răspuns: a) 56 kg B_4C; *b)* 134,4 m³ CO_2

XVI. Metale din grupa I a sistemului periodic

307. *Prin electroliza unei soluții de clorură de sodiu s-au obținut 1 120,5 l de hidrogen măsurați la 15° și 745 mm Hg. Să se calculeze:*

a) cantitatea de clorură de sodiu folosită la electroliză, știind că ea conține 5% impurități;

b) cantitatea de acid sulfuric 0,1 m care poate reacționa cu produsul din baia electrolitică.

a) Scriem ecuațiile reacțiilor:



$$2NaCl \rightarrow 2Na^+ + Cl^- \qquad (1)$$

2 · 58,5 g

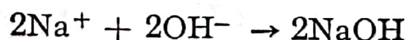


$$2H_2O \leftrightarrows 2H^+ + 2HO^-$$



La catod: $$2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H \rightarrow H_2 \qquad (2)$$

22,4 l



$$2Na^+ + 2OH^- \rightarrow 2NaOH$$

2 · 40 g

Volumul hidrogenului ocupat, în condiții normale, de cei 1 120,5 l îl obținem din formula:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \text{de unde} \quad V_0 = \frac{pV}{T} \cdot \frac{T_0}{p_0}.$$

Rezultă:

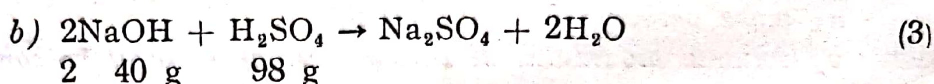
$$V_0 = \frac{745 \cdot 1\,120{,}5 \cdot 273}{288 \cdot 760} = 1\,041{,}1 \text{ l } H_2.$$

Din ecuaţia (1) se observă că pentru a rezulta 1 mol (22,4 l) H_2 sînt necesari 2 moli (2 · 58,5 g) NaCl. Cantitatea de NaCl folosită pentru a se obţine 1041,1 l H_2 este:

$$\frac{1041{,}1 \cdot 2 \cdot 58{,}5}{22{,}4} = 5437{,}8 \text{ g NaCl.}$$

NaCl utilizată conţinînd 5% impurităţi, masa necesară este:

$$\frac{5437{,}8 \cdot 100}{95} = 5724 \text{ g NaCl.}$$



b) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ (3)
2 · 40 g   98 g

Din ecuaţiile (1) şi (2) se vede că prin electroliză la 1 mol (22,4 l) H_2 corespund 2 moli (2 · 40 g) NaOH şi deci obţinîndu-se 1041,1 l H_2 vor rezulta:

$$\frac{2 \cdot 40 \cdot 1041{,}1}{22{,}4} = 3718{,}2 \text{ g NaOH.}$$

Conform ecuaţiei (3) 2 moli (2 · 40 g) NaOH reacţionează cu 1 mol (98 g) H_2SO_4, pentru 3718,2 g NaOH vor fi necesare:

$$\frac{3718{,}2 \cdot 98}{2 \cdot 40} = 4647{,}7 \text{ g } H_2SO_4.$$

O soluţie H_2SO_4 0,1 m conţine 9,8 g H_2SO_4 la litru soluţie, cele 4 647,7 g H_2SO_4 corespund la:

$$\frac{4\,647{,}7}{9{,}8} = 474{,}2 \text{ l soluţie } H_2SO_4 \text{ 0,1 m.}$$

308. *Se supune electrolizei totale 100 kg soluţie clorură de sodiu 20%. Să se determine:*

a) cantităţile de produse separate la electrozi şi în baia electrolitică;

b) densitatea şi densitatea faţă de aer a gazului degajat la catod;

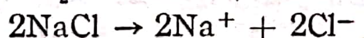
c) volumul de amoniac ce se obţine cu gazul degajat la catod şi concentraţia procentuală ce rezultă prin dizolvarea amoniacului în 600 kg apă;

d) cantitatea de acid clorhidric ce se obţine cu produsul de la anod.

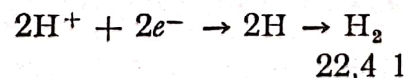
Au loc reacţiile:



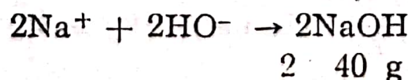
$2H_2O \rightarrow 2H^+ + 2HO^-$



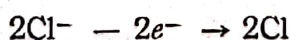
$2NaCl \rightarrow 2Na^+ + 2Cl^-$
2 · 58,5 g



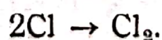
La catod $2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H \rightarrow H_2$
22,4 l



$2Na^+ + 2HO^- \rightarrow 2NaOH$
2 · 40 g



La anod $2Cl^- - 2e^- \rightarrow 2Cl$



$2Cl \rightarrow Cl_2.$

a) 100 kg soluţie NaCl 20% conţin 20 kg NaCl.

Conform ecuaţiilor reacţiilor prin electroliza soluţiei ce conţine 2 moli (2 ·58,5 g) NaCl se obţine 1 mol (22,4 l) H_2, la 20 kg NaCl vor corespunde:

$$\frac{20\,000 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 58{,}5} = 3829 \text{ l } H_2.$$

Volumul de clor este egal cu volumul de hidrogen degajat, adică:

$$3\,829 \text{ l } Cl_2$$

Deoarece la 1 mol (58,5 g) NaCl corespunde 1 mol (40 g) NaOH, prin electroliza a 20 kg NaCl rezultă:

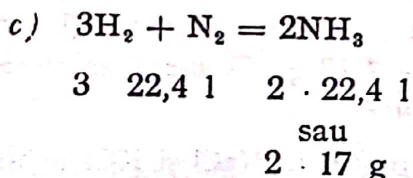
$$\frac{40 \cdot 20}{58{,}5} = 13{,}675 \text{ kg NaOH}.$$

b) Cum masa a 1 mol de H_2 este 2,016 g, iar volumul molar $V = 22{,}4$ l, densitatea hidrogenului este:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{2{,}016}{22{,}4} = 0{,}0899 \text{ g/l}.$$

Densitatea hidrogenului, comparativ cu densitatea aerului (densitatea relativă) va fi:

$$d = \frac{M}{28{,}9} = \frac{2{,}016}{28{,}9} = 0{,}0697.$$



c) $3H_2 + N_2 = 2NH_3$

3 22,4 l 2 · 22,4 l

sau

2 · 17 g

Ţinînd seama de ecuaţia reacţiei, rezultă că din 3 moli (3 · 22,4 l) H_2 se obţin 2 moli (2 · 22,4 l) sau (2 · 17 g) NH_3. Participînd la reacţie 3 829 l H_2 se vor obţine:

$$\frac{3829 \cdot 2 \quad 22{,}4}{3 \cdot 22{,}4} = 2\,552{,}6 \text{ l } NH_3$$

sau

$$\frac{3\,829 \cdot 2 \cdot 17}{3 \cdot 22{,}4} = 1937{,}2 \text{ g } NH_3$$

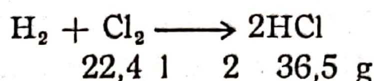
Dizolvînd amoniacul în 600 kg H_2O se obţin:

$$600 + 1{,}937 = 601{,}937 \text{ kg soluţie}$$

cu concentraţia procentuală:

$$\frac{1{,}9372 \cdot 100}{601{,}937} = 0{,}32 \text{ deci } c = 0{,}32\%$$

d) Din ecuația reacției:

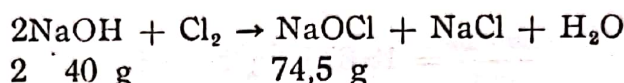


$$\underset{22,4\ l}{H_2} + Cl_2 \longrightarrow \underset{2\ \ 36,5\ g}{2HCl}$$

reiese că la 1 mol (22,4 l) Cl_2 corespund 2 moli (2 36,5 g) HCl. Reacționînd 3 829 l Cl_2 cu H_2 se vor obține:

$$\frac{3\,829 \cdot 2 \cdot 36,5}{22,4} = 12\,478\ g = 12,478\ kg\ HCl$$

309. *Să se calculeze cantitatea de hipoclorit de sodiu ce se obține din 2 kg soluție de hidroxid de sodiu de concentrație 35%.*



$$\underset{2\ \ 40\ g}{2NaOH} + Cl_2 \rightarrow \underset{74,5\ g}{NaOCl} + NaCl + H_2O$$

2 kg soluție NaOH 35% conțin:

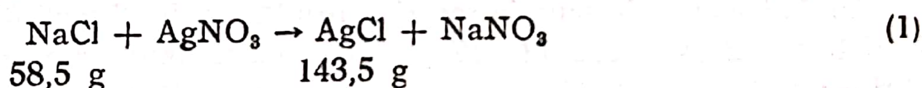
$$\frac{2\,000\ \ 35}{100} = 700\ g\ NaOH$$

Din ecuația reacției rezultă că din 2 moli (2 · 40 g) NaOH se obține 1 mol (74,5 g) NaOCl. Participînd la reacție 700 g NaOH se vor obține:

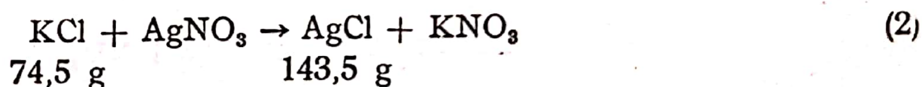
$$\frac{700\ \ 74,5}{2 \cdot 40} = 626,87\ g\ NaOCl$$

310. *Se dizolvă 5 g de amestec de clorură de sodiu și clorură de potasiu în 500 cm³ apă. Se iau 50 cm³ și se precipită ionul* Cl^- *prin ionul* Ag^+. *Precipitatul spălat și uscat cîntărește 1,12 g. Ce masă de clorură de sodiu și de clorură de potasiu conține amestecul?*

Să notăm cu x și y conținutul în NaCl și KCl al amestecului și scriem ecuațiile reacțiilor de precipitare:



$$\underset{58,5\ g}{NaCl} + AgNO_3 \rightarrow \underset{143,5\ g}{AgCl} + NaNO_3 \qquad (1)$$



$$\underset{74,5\ g}{KCl} + AgNO_3 \rightarrow \underset{143,5\ g}{AgCl} + KNO_3 \qquad (2)$$

Precipitatul se obține tratînd 0,5 x g NaCl și 0,5 y g KCl.

Din ecuația reacției (1) rezultă că participînd la reacție 1 mol (58,5) g NaCl se obține 1 mol (143,5 g) AgCl și deci din 0,5 x NaCl se vor obține:

$$\frac{143,5 \cdot 0,5x}{58,5} = 1,226\ x\ g\ AgCl$$

Din (2) reiese că 74,5 g KCl conduc la 143,5 g AgCl, iar 0,5 y g KCl la:

$$\frac{143,5\ \ 0,5y}{74,5} = 0,963\ y\ g\ AgCl$$

Obținem sistemul de ecuații cu două necunoscute:

$$1,226\ x + 0,963\ y = 1,12$$
$$x + y = 1$$

Prin rezolvare rezultă:

$$x = 0,56 \qquad \text{și} \qquad y = 0,44$$

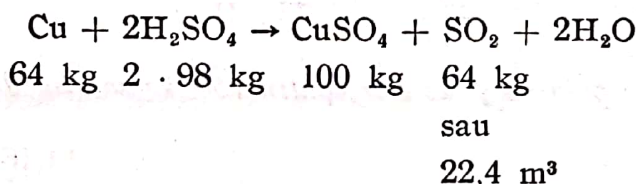
Amestecul este deci format din NaCl 56% și KCl 44% și cele 5 g amestec conțin 2,8 g NaCl și 2,2 g KCl.

311. *Se tratează cu acid sulfuric 1 600 kg cupru care conține 20% impurități ce nu reacționează cu acidul. Să se determine:*
a) masa de acid necesară;
b) masa sulfatului de cupru obținut;
c) masa și volumul gazului care se degajă, măsurat în condiții normale.

Ținînd seama de impurități, masa cuprului care participă la reacție este;

$$\frac{1\,600 \cdot 80}{100} = 1\,280 \text{ kg Cu}$$

Are loc reacția:



$$Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

64 kg   2 · 98 kg   100 kg   64 kg
sau
22,4 m^3

a) Din ecuația reacției rezultă că 1 kmol (64 kg) Cu reacționează cu 2 kmoli (2 · 98 kg) H_2SO_4. Participînd la reacție 1 280 kg Cu, vor fi necesare:

$$\frac{1\,280 \cdot 196}{64} = 3\,920 \text{ kg } H_2SO_4$$

b) Conform ecuației reacției, la 1 kmol (64 kg) Cu corespunde 1 kmol (160 kg) $CuSO_4$. Masa sulfatului de cupru care va rezulta prin intrarea în reacție a 1 280 kg Cu este:

$$\frac{1\,280 \cdot 160}{64} = 3\,200 \text{ kg } CuSO_4$$

c) Reacționînd 1 kmol (64 kg) Cu cu 2 kmoli (2 · 90 kg) H_2SO_4 se obține 1 kmol (64 kg sau 22,4 m^3) SO_2. Cum în reacție intră 1 280 kg Cu se vor obține:

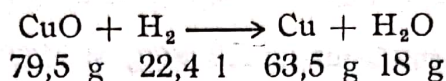
$$\frac{1\,280 \cdot 64}{64} = 1\,280 \text{ kg } SO_2$$

$$\frac{1\,280 \cdot 22,4}{64} = 448 \text{ m}^3\ SO_2$$



312. *Printr-un tub de porțelan încălzit la roșu conținînd 12 g oxid de cupru negru se trece un curent de hidrogen. Să se determine:*
a) volumul de hidrogen necesar reducerii complete a oxidului cupric;
b) masa de cupru obținută;
c) masa vaporilor condensați la ieșirea din tub.

Are loc reacția:



$$CuO + H_2 \longrightarrow Cu + H_2O$$
$$79{,}5\ g \quad 22{,}4\ l \quad 63{,}5\ g \quad 18\ g$$

Conform ecuației reacției rezultă că 1 mol (79,5 g) CuO este redus de 1 mol (22,4 l) H_2 și rezultă 1 mol (63,5 g) Cu și 1 mol (18 g) H_2O.

a) Volumul de H_2 necesar reducerii a 12 g CuO:

$$\frac{12 \cdot 22{,}4}{79{,}5} = 3{,}3\ l\ H_2$$

b) masa de cupru obținută:

$$\frac{12 \cdot 63{,}5}{79{,}5} = 9{,}58\ g\ Cu$$

c) masa vaporilor de apă condensați:

$$\frac{12 \cdot 18}{79{,}5} = 2{,}73\ g\ H_2O$$

313. *Cîte kilograme de potasiu și de clor conțin 150 kg soluție de clorură de potasiu 18%?*

Răspuns: 14,16 kg K, 12,84 kg Cl_2

314. *Prin electroliza unei soluții apoase de clorură de sodiu s-au obținut 563,5 kg hidroxid de sodiu. Să se calculeze:*
a) masa de clorură de sodiu 20% necesară;
b) masa și volumul clorului degajat la anod;
c) masa și volumul hidrogenului obținut la catod. Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: *a)* 4 120,6 kg NaCl 20%;
b) 508,1 kg Cl_2; 157,8 m^3 Cl_2;
c) 14,1 kg H_2; 157,8 m^3 H_2

315. *Cîte grame de clorură de sodiu conțin 20 cm^3 soluție de clorură de sodiu 1 n?*

Răspuns: 1,169 g NaCl

316. *Din clorură de potasiu și azotat de sodiu se obține printr-o reacție de dublu schimb azotat de potasiu și clorură de sodiu. De la ce cantități de clorură de potasiu și azotat de sodiu trebuie să se pornească pentru a prepara 520 kg azotat de potasiu, știind că numai 88% din cantitatea de clorură de potasiu participă la reacție?*

Răspuns: 435,73 kg KCl; 437,19 kg $NaNO_3$

317. *O soluție de hidroxid de sodiu necesită pentru neutralizare 36,8 cm³ acid 0,5 n. Cîte grame de hidroxid conține soluția?*

Răspuns: 0,736 g NaOH

318. *Se prepară 0,5 t carbonat de sodiu prin procedeul Solvay. Să se calculeze:*
a) masa substanțelor prime care intră în reacție;
b) masa bioxidului de carbon și masa amoniacului ce pot fi recuperate.

Răspuns: a) 565 kg NaCl; 840 kg $CaCO_3$;
b) $\frac{1}{2}$ din CO_2 adică 207,5 kg CO_2;
tot $NH_3 = 160$ kg

319. *Să se calculeze conținutul procentual în carbonat de sodiu al unei sode tehnice, știind că din 1,5008 g sodă se obțin 0,6042 g bioxid de carbon.*

Răspuns: 96,97% Na_2CO_3

320. *Se tratează carbonatul de sodiu cu 80 cm³ acid sulfuric 1,5 n. Să se calculeze:*
a) volumul de bioxid de carbon format, măsurat la 22° și 755 mm Hg;
b) dacă bioxidul de carbon este introdus în apă de var, să se determine masa de carbonat de calciu obținută.

Răspuns: a) 1,462 l CO_2; *b)* 6,005 g $CaCO_3$

321. *Un curent electric continuu cu intensitatea de 2,64 A trece timp de 4 ore printr-un voltametru cu electrozi de cupru, ce conține o soluție de sulfat de cupru. Să se determine:*
a) cantitatea de electricitate consumată;
b) masa de cupru depusă la catod.

Răspuns: a) 38 000 C; *b)* 12,6 g Cu

322. *Prin acțiunea acidului sulfuric concentrat asupra cuprului, la cald, se prepară 1 t sulfat de cupru. Să se calculeze:*
a) masa de acid sulfuric pur necesar;
b) masa de cupru care participă la reacție;
c) masa și volumul bioxidului de sulf degajat, măsurat în condiții normale.

Răspuns: a) 1,225 t H_2SO_4; *b)* 400 kg Cu;
c) 400 kg SO_2; 140 m³ SO_2

323. *Se prepară 16 g oxid cupric prin încălzirea puternică a cuprului în prezența aerului. Se cere:*
a) masa de cupru necesară;
b) volumul de aer, măsurat în condiții normale, care participă la reacție.

Răspuns: a) 12,7 g Cu; *b)* 10,7 l aer

324. *În ce volum de apă trebuie să dizolvăm 100 g sulfat de cupru cristalizat pentru a obține o soluție de concentrație 10%?*

Răspuns: 539,3 cm³ H_2O

325. *Cîte grame de argint conțin 50 cm³ soluție 0,2 m de azotat de argint?*

Răspuns: 1,078 g Ag

326. *Să se determine masa de argint depusă la catodul unui voltametru cu azotat de argint, de un curent cu intensitate constantă egală cu 1 A în timp de 2 ore.*

Răspuns: 8,048 g Ag

327. *Acționează acidul azotic asupra a 10 g de argint. Să se calculeze:*
a) masa de azotat de argint obținută;
b) volumul oxidului de azot, NO, degajat, măsurat la 0° și 1 atm

Răspuns: a) 15,75 g $AgNO_3$; *b)* 0,69 l NO

328. *Cîte grame de azotat de argint conține 1 l soluție 0,1 n.*

Răspuns: 17 g $AgNO_3$

XVII. Metale din grupa a II-a a sistemului periodic

329. *Se descompun termic 230 kg calcar ce conține 90% carbonat de calciu. Să se determine:*
a) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale;
b) cantitatea de soluție hidroxid de calciu 0,1% care absoarbe bioxidul de carbon:
c) cantitatea de acid sulfuric 93% care reacționează cu oxidul de calciu rezultat în urma calcinării.

Cele 230 kg calcar conțin:

$$\frac{90 \cdot 230}{100} = 207 \text{ kg } CaCO_3$$

a) Din ecuația reacției:

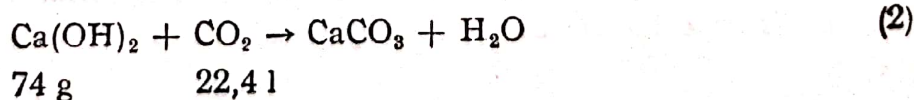


$$\underset{100\text{ g}}{CaCO_3} \rightarrow \underset{56\text{ g}}{CaO} + \underset{22{,}4\text{ l}}{CO_2} \qquad (1)$$

rezultă că prin descompunerea termică a 1 mol (100 g) $CaCO_3$ se obține 1 mol (22,4 l) CO_2 și deci din 207 kg $CaCO_3$ volumul de CO_2 degajat este:

$$\frac{207 \cdot 22{,}4}{100} = 46{,}368 \text{ m}^3 \ CO_2$$

b) Are loc reacția:



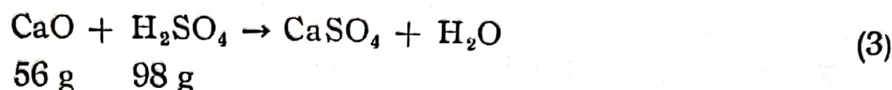
$$\underset{74\text{ g}}{Ca(OH)_2} + \underset{22{,}4\text{ l}}{CO_2} \rightarrow CaCO_3 + H_2O \qquad (2)$$

Cum 1 mol (22,4 l) CO_2 reacţionează cu 1 mol (74 g) $Ca(OH)_2$, 46,368 m^3 CO_2 vor fi absorbiţi de:

$$\frac{46{,}368 \cdot 74}{22{,}4} = 153{,}18 \text{ kg } Ca(OH)_2$$

Soluţia $Ca(OH)_2$ 0,1% necesară este: 153180 kg.

c) Scriem ecuaţia reacţiei:



$$\underset{56\ g}{CaO} + \underset{98\ g}{H_2SO_4} \rightarrow CaSO_4 + H_2O \qquad (3)$$

Din (1) rezultă că prin descompunerea termică a 1 mol (100 g) $CaCO_3$ rezultă 1 mol (56 g) CaO. Din 207 kg $CaCO_3$ se obţin

$$\frac{207 \cdot 56}{100} = 115{,}92 \text{ kg CaO}$$

Din (3) reiese că 1 mol (56 g) CaO intră în reacţie cu 1 mol (98 g) H_2SO_4. Cele 115,92 kg CaO vor reacţiona cu:

$$\frac{115{,}92 \cdot 98}{56} = 202{,}86 \text{ kg } H_2SO_4$$

şi ţinînd seama de concentraţia acidului:

$$\frac{202{,}86 \cdot 100}{93} = 218{,}13 \text{ kg } H_2SO_4 \ 93\%$$

330. *La descompunerea termică a 50 g carbonat de calciu se obţin 28 g oxid de calciu şi 22 g bioxid de carbon. Ştiind că în oxidul de calciu, la 5 părţi calciu revin în greutate 2 părţi oxigen, iar în bioxidul de carbon la 3 părţi carbon revin în greutate 8 părţi oxigen, să se calculeze compoziţia procentuală şi să se stabilească formula moleculară a carbonatului de calciu.*

Conţinutul în calciu şi în oxigen a 28 g CaO se obţine ţinînd seama că în CaO la 5 părţi calciu revin în greutate 2 părţi oxigen. Cum la 7 g CaO corespund 5 g Ca cele 28 g vor conţine:

$$\frac{28 \cdot 5}{7} = 20 \text{ g Ca}$$

şi $28 - 20 = 8$ g O.

Conţinutul în carbon şi oxigen a 22 g CO_2 se obţine ştiind că 11 g CO_2 conţin 3 g C. Rezultă că cele 22 g CO_2 conţin:

$$\frac{22 \cdot 3}{11} = 6 \text{ g C}$$

şi $22 - 6 = 16$ g O.

Deci 50 g $CaCO_3$ conţin: 20 g calciu, 6 g carbon şi $8 + 16 = 24$ g oxigen

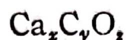
Compoziţia procentuală va fi:

$$Ca\% = \frac{20 \cdot 100}{50} = 40$$

$$C\% = \frac{6 \cdot 100}{50} = 12$$

$$O\% = \frac{24 \cdot 100}{50} = 48$$

Formula carbonatului de calciu este:



$$Ca_xC_yO_z$$

x, y şi z fiind numere întregi, iar compoziţia unei molecule:

Calciu: $40x$

Carbon: $12y$

Oxigen: $16z$

Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi cea procentuală:

$$\frac{40x}{40} = \frac{12y}{12} = \frac{16z}{48}$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1 se obţine $y = 1$ şi $z = 3$ şi rezultă formula moleculară a carbonatului de calciu: $CaCO_3$

331. *Prin prăjirea în prezenţa aerului a 200 kg blendă,* ZnS, *s-au obţinut 44,8 m³ de bioxid de sulf, măsurat la 0° şi 1 atm. Să se determine:*

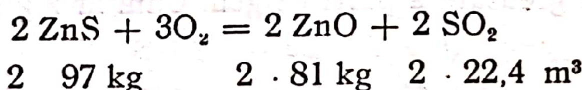
a) procentul de sulfură de zinc din blendă;

b) masa oxidului de zinc rezultat din reacţie;

c) cantitatea de zinc ce se poate obţine prin reducerea cu carbon a oxidului;

d) masa cărbunelui cu un conţinut de 80% carbon ce va fi folosită.

Din ecuaţia reacţiei:



$$2\,ZnS + 3O_2 = 2\,ZnO + 2\,SO_2$$

$$2 \quad 97\ kg \qquad 2 \cdot 81\ kg \quad 2 \cdot 22{,}4\ m^3$$

rezultă că participînd la reacţie 1 kmol (97 kg) ZnS rezultă 1 kmol (81 kg) ZnO şi 1 kmol (22,4 m³) SO_2

a) Obţinîndu-se prin încălzirea blendei 44,8 m³ SO_2, cantitatea de ZnS corespunzătoare este:

$$\frac{44{,}8 \cdot 97}{22{,}4} = 194\ kg\ ZnS$$

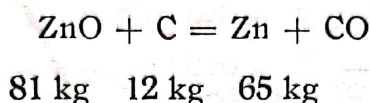
Cele 200 kg blendă conţin deci 194 kg ZnS. Procentul de ZnS din blendă este:

$$\frac{194 \cdot 100}{200} = 97\%$$

b) Cum din 1 kmol (97 kg) ZnS se obține, conform ecuației reacției, 1 kmol (81 kg) ZnO, din 194 kg ZnS vor rezulta:

$$\frac{194 \cdot 81}{9} = 162 \text{ kg ZnO}$$

c) Din ecuația reacției



$$\begin{array}{cccc} ZnO & + \; C & = Zn & + \; CO \\ 81 \text{ kg} & 12 \text{ kg} & 65 \text{ kg} & \end{array}$$

se observă că din 1 kmol (81 kg) ZnO se obține, prin reducere cu 1 kmol (12 kg) de atomi de carbon, 1 kmol (65 kg)ZnO. Prin reducerea a 162 kg ZnO vor rezulta:

$$\frac{162 \cdot 65}{81} = 130 \text{ kg Zn}$$

d) și se folosesc:

$$\frac{162 \cdot 12}{81} = 24 \text{ kg C}$$

Masa de cărbune utilizat este:

$$\frac{24 \cdot 100}{80} = 30 \text{ kg}$$

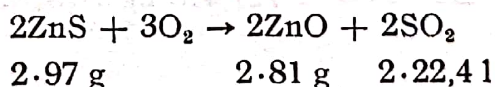
Metalurgia modernă a zincului constă în arderea blendei apoi în tratarea oxidului obținut cu acid sulfuric diluat. Se obține astfel o soluție de sulfat de zinc, căreia i se face electroliza. Dacă se tratează 1 tonă de blendă care conține 20% impurități să se calculeze:

a) masa de zinc obținută;

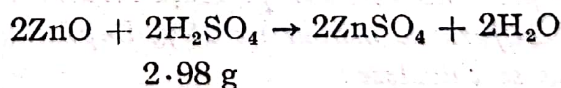
b) masa de acid sulfuric necesară pentru a reacționa cu oxidul de zinc;

c) volumul de bioxid de sulf degajat;

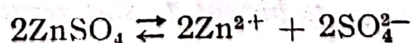
d) cantitatea de acid sulfuric care s-ar putea obține folosind bioxidul de sulf produs, dacă randamentul de transformare al bioxidului de sulf, în trioxid de sulf este 90%.



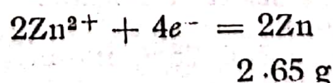
$$\begin{array}{l} 2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2 \\ 2 \cdot 97 \text{ g} \qquad\qquad 2 \cdot 81 \text{ g} \quad 2 \cdot 22{,}4 \text{ l} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} 2ZnO + 2H_2SO_4 \rightarrow 2ZnSO_4 + 2H_2O \\ \qquad\quad 2 \cdot 98 \text{ g} \end{array}$$



$$2ZnSO_4 \rightleftarrows 2Zn^{2+} + 2SO_4^{2-}$$



$$\begin{array}{l} 2Zn^{2+} + 4e^- = 2Zn \\ \qquad\qquad\qquad 2 \cdot 65 \text{ g} \end{array}$$

1 tonă blendă cu 20% impurități conține 800 kg ZnS.

a) Din ecuații se observă că intrînd în reacție 1 mol (97 g) ZnS se obține 1 mol (65 g) Zn. Reacționînd 800 kg ZnS rezultă:

$$\frac{800 \cdot 65}{97} = 536 \text{ kg Zn.}$$

b) Prin arderea a 1 mol (97 g) ZnS rezultă 1 mol (81 g) ZnO. Din 800 kg ZnS se obțin:

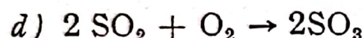
$$\frac{800 \cdot 81}{97} = 668 \text{ kg ZnO.}$$

care reacționează cu:

$$\frac{668 \cdot 98}{81} = 808 \text{ kg } H_2SO_4.$$

c) Volumul de SO_2 rezultat prin ardere se obține ținînd seama că din 1 mol (97 g) ZnS rezultă 1 mol (22,4 l) SO_2:

$$\frac{800 \cdot 22{,}4}{97} = 184{,}74 \text{ m}^3\ SO_2.$$

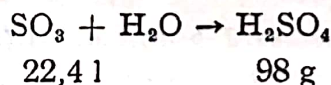

d) $2\,SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

Cum la 2 moli SO_2 corespund 2 moli SO_3, la 184,74 $m^3 SO_2$ vor corespunde 184,74 m^3 SO_3.

Deoarece randamentul reacției de oxidare este 90%, cantitatea de SO_3 obținută va fi:

$$184{,}74 \cdot \frac{90}{100} = 166{,}266 \text{ m}^3 SO_3.$$

Din ecuația reacției


$$\underset{22{,}4\ l}{SO_3} + H_2O \rightarrow \underset{98\ g}{H_2SO_4}$$

rezultă că din 22,4 m^3 SO_3 se obțin 98 kg H_2SO_4. Cantitatea de H_2SO_4 obținută din 166,266 $m^3 SO_3$ este:

$$\frac{166{,}266 \cdot 98}{22{,}4} = 727{,}413 \text{ kg } H_2SO_4.$$

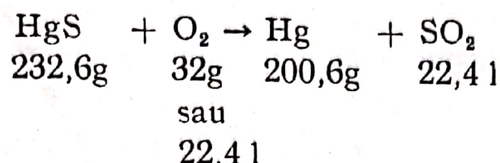
333. *Mercurul se obține prin încălzirea în prezența aerului a sulfurii de mercur. Dacă se folosește 1 tonă sulfură de mercur cu 25% impurități și randamentul procesului este 85%, să se calculeze:*
a) cantitatea de mercur și de bioxid de sulf rezultată;
b) cantitatea de oxigen și de aer ce se consumă (în greutate și în volume).

1 tonă sulfură de mercur, avînd 25% impurități, conține:

$$\frac{100 \cdot 75}{100} = 750 \text{ kg HgS.}$$



a) Conform ecuaţiei reacţiei:



$$\underset{232{,}6\,g}{HgS} + \underset{\substack{32\,g\\ \text{sau}\\ 22{,}4\,l}}{O_2} \rightarrow \underset{200{,}6\,g}{Hg} + \underset{22{,}4\,l}{SO_2}$$

din 1 mol (232,6 g) H_2S se obţine 1 mol (200,6 g) Hg şi 1 mol (22,4 l) SO_2. Prin încălzirea în prezenţa aerului a 750 kg HgS rezultă:

$$\frac{750 \cdot 200{,}6}{232{,}6} = 646{,}8 \text{ kg Hg}$$

$$\frac{750 \quad 22{,}4}{232{,}6} = 72{,}2 \text{ m}^3\ SO_2.$$

Cum randamentul este 85%, se obţin:

$$\frac{646{,}8 \cdot 85}{100} = 549{,}83 \text{ kg Hg}.$$

$$\frac{72{,}2 \cdot 85}{100} = 61{,}37 \text{ m}^3\ SO_2.$$

b) Din ecuaţia reacţiei reiese că 1 mol (232,6 g) HgS reacţionează cu 1 mol (32 g sau 22,4 l) O_2. Cele 750 kg HgS vor necesita:

$$\frac{750 \cdot 32}{232{,}6} = 103{,}181 \text{ kg } O_2$$

sau

$$\frac{750 \quad 22{,}4}{232{,}6} = 72{,}2 \text{ m}^3\ O_2.$$

Aerul atmosferic conţinînd 23,01% O_2 în greutate şi 20,93% O_2 în volume, vor fi necesare:

$$\frac{103{,}181 \cdot 100}{23{,}01} = 448{,}42 \text{ kg aer}$$

sau

$$\frac{156{,}93 \quad 100}{20{,}93} = 345 \text{ m}^3 \text{ aer}.$$

334. *Se descompun termic 625 kg piatră de var ce conţine 80% carbonat de calciu. Se cere:*

a) cantitatea de hidroxid de calciu ce rezultă prin reacţia cu apa a oxidului de calciu obţinut;

b) masa soluţiei de acid fosforic 75% care transformă hidroxidul de calciu rezultat în fosfat monoacid de calciu.

Răspuns: a) 370 kg $Ca(OH)_2$; *b)* 653,3 kg H_3PO_4 75%.

335. *Dintr-un calcar cu 86,49% carbonat de calciu și acid clorhidric se prepară clorură de calciu cu un grad de puritate 98%, restul fiind oxid de calciu. Ce cantitate de calcar și acid clorhidric 36% trebuie să se folosească pentru a prepara 280 kg clorură de calciu 98%.*

Răspuns: 214 kg calcar; 489 kg HCl 36%

336. *Ce cantitate de calcar cu un conținut de 90% carbonat de calciu și de cărbune de puritate 85% sînt necesare pentru prepararea a 1 t carbură de calciu, dacă randamentul reacției este 80%.*

Răspuns: 1,74 t $CaCO_3$; 882,3 kg cărbune

337. *Se tratează carbura de calciu cu apă și se obține un gaz cu volumul de 4,48 l la 0° și 1 atm și o soluție bazică.*

Să se calculeze:

a) masa de carbură care a fost folosită;

b) cantitatea de acid clorhidric 1 n necesară pentru a neutraliza soluția bazică.

Răspuns: a) 12,8 g C_2Ca; *b)* 400 cm^3 HCl 1 *n*

338. *Se prăjește în cuptor, în prezența aerului, 1 tonă de blendă care conține 87,3% sulfură de zinc și 12,7% gangă. Se cere:*

a) volumul de oxigen necesar prăjirii sulfurii de zinc;

b) masa de oxid de zinc care rezultă;

c) volumul bioxidului de sulf dacă pierderile în cuptor sînt 1,5%;

d) masa de zinc ce se poate obține din oxidul de zinc prin reducere cu cărbune. Gazele sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 302,4 m^3 O_2; *b)* 729 kg ZnO; *c)* 198,58 m^3 SO_2; *d)* 595 kg Zn.

339. *Prin calcinarea smithsonitei,* $ZnCO_3$, *s-au obținut 162 kg de oxid de zinc. Să se determine:*

a) masa de mineral care s-a folosit, știind că el conține 35% impurități;

b) masa zincului care rezultă prin reducerea cu carbon a oxidului de zinc la 1100°

Răspuns: a) 384,6 kg smithsonită; *b)* 130 kg Zn

340. *Din zinc și acid clorhidric 10% se prepară 15 l de hidrogen, măsurat în condiții normale. Dacă pierderile sînt 8% ce cantități de substanțe inițiale sînt necesare?*

Răspuns: 47,58 g Zn; 530,8 g HCl 10%

341. *Prin încălzirea în prezența aerului a cinabrului,* HgS, *s-au obținut 323,4 kg mercur. Să se calculeze:*

a) masa sulfurii mercurice conținută în mineral;

b) volumul bioxidului de sulf rezultat;

c) volumul de aer necesar procesului.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 375 kg HgS; *b)* 36,1 m³ SO_2; *c)* 180,5 m³ aer.

XVIII. Metale din grupa a III-a a sistemului periodic

342. *Prin analiza alaunului se obține: 10,6% oxid de aluminiu; 10% oxid de potasiu și 33,7% anhidridă sulfurică.*
Știind că formula alaunului este $x\ Al_2(SO_4)_3 y\ K_2SO_4 \cdot z\ H_2O$, *să se determine coeficienții formulei alaunului.*

Procentul de apă este:

$$100 - (10,6 + 10 + 33,7) = 45,7\%$$

Compoziția procentuală a alaunului este deci:

10,6% Al_2O_3; 10% K_2O; 33,7% SO_3 și 45,7% H_2O

Cunoscînd masele moleculare: $Al_2O_3 = 102$, $K_2O = 94$, $H_2O = 18$, compoziția moleculară a alaunului este:

$$Al_2O_3 = 102\ x$$
$$K_2O = 94\ y$$
$$H_2O = 18\ z$$

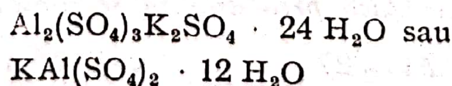
Scriem proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală:

$$\frac{102x}{10,6} = \frac{94y}{10} = \frac{18z}{45,7}.$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1 se obține:

$$y = \frac{102 \cdot 10}{10,6 \cdot 94} = 1 \quad \text{și} \quad z = \frac{94 \cdot 45,7}{10 \cdot 18} = 24.$$

Alaunul are formula:



$Al_2(SO_4)_3K_2SO_4 \cdot 24\ H_2O$ sau
$KAl(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$

343. *Un curent continuu de 60 000 A sub tensiunea de 4 V alimentează o cuvă de electroliză ce conține oxid de aluminiu. În timp de 24 ore se obțin 389,8 kg de aluminiu. Cum electrolitul este menținut în stare topită datorită căldurii produsă de curentul care-l străbate, iar oxigenul degajat la anod reacționează cu carbonul electrodului, dînd oxid și bioxid de carbon, să se determine:*

a) randamentul de curent al procesului de electroliză;

b) masa oxidului de aluminiu care a participat la electroliză;

c) masa oxigenului rezultat care reacționează cu anodul.

Echivalentul electrochimic al aluminiului este 0,094 mg/C sau $94 \cdot 10^{-6}$ g/C.

a) Din formula care exprimă prima lege a electrolizei

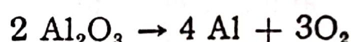
$$m = KIt$$

ținînd seama că masa depusă prin electroliză la catod este $m = 389{,}8 \cdot 10^3$ g, iar timpul $t = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86\,400$ secunde, rezultă

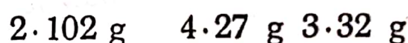
$$I = \frac{m}{kt} = \frac{389{,}8 \cdot 10^3}{94 \cdot 10^{-6} \cdot 86{,}4 \cdot 10^4} = 48 \cdot 10^3 \text{ A.}$$

Deoarece intensitatea curentului care parcurge celula electrolitică este 60 000 A, iar curentul care ia parte la electroliză are intensitatea de 48 000 A, se observă că randamentul de curent este 80%.

b) Ecuația chimică



$$2\ Al_2O_3 \rightarrow 4\ Al + 3O_2$$



$$2 \cdot 102 \text{ g} \quad 4 \cdot 27 \text{ g} \quad 3 \cdot 32 \text{ g}$$

arată că la 4 kmoli (4·27 kg) Al corespund 2 kmoli (2·102 kg) Al_2O_3 și 3 kmoli (3·32 kg)O_2

Cum prin electroliză au rezultat 389,8 kg Al, masa de oxid de aluminiu care a participat la electroliză este:

$$\frac{389{,}8 \cdot 2 \cdot 102}{4 \cdot 27} = 736{,}3 \text{ kg } Al_2O_3.$$

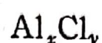
c) Masa oxigenului rezultat:

$$\frac{389{,}8 \cdot 3 \cdot 32}{4 \cdot 27} = 346{,}5 \text{ kg } O_2.$$

344. *Aluminiul formează cu clorul o singură clorură. Care este formula cea mai simplă a acestei cloruri dacă prin analiză se constată că ea conține 80% clor.*

Al = 27 Cl = 35,5

Clorura conține 20% aluminiu și 80% clor. Formula sa este:



$$Al_xCl_y$$

x și y fiind numere întregi. Compoziția moleculară a clorurii este:

Aluminiu: 27 x

Clor: 35,5 y

Scriind proporționalitatea între compoziția moleculară și cea procentuală rezultă:

$$\frac{27\,x}{20} = \frac{35{,}5\,y}{80}.$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1, valoarea corespunzătoare pentru y este:

$$y = \frac{27 \cdot 80}{20 \cdot 35{,}5} = 3.$$

Formula cea mai simplă a clorurii de aluminiu este:



$$AlCl_3$$

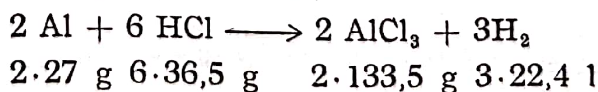
Reamintim însă, că de fapt, formula clorurii de aluminiu este Al_2Cl_6.

345. *Se folosesc 40 cm³ de soluție acid clorhidric 1 n pentru a reacționa cu aluminiu în pulbere.*
Să se determine:
a) masa minimă de aluminiu necesară ca reacția să fie completă;
b) masa produsului solid obținut;
c) volumul gazului degajat în condiții normale.

O soluție normală de HCl conține 36,5 g HCl la litru. Cei 40 cm³ soluție conțin:

$$\frac{40 \cdot 36{,}5}{1\,000} = 1{,}46 \text{ g HCl}.$$

Are loc reacția:



$$2\,Al + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3H_2$$
$$2 \cdot 27 \text{ g} \quad 6 \cdot 36{,}5 \text{ g} \quad 2 \cdot 133{,}5 \text{ g} \quad 3 \cdot 22{,}4 \text{ l}$$

a) Din ecuația reacției rezultă că 3 moli (3·36,5 g) HCl reacționează cu 1 mol (27 g) Al.

1,46 g HCl vor intra în reacție cu:

$$\frac{1{,}46 \cdot 27}{3 \cdot 36{,}5} = 0{,}36 \text{ g Al}.$$

b) Cum din reacţia a 1 mol (27 g) Al cu HCl rezultă 1 mol (133,5 g) $AlCl_3$ şi 1,5 moli (1,5 · 22,4 l) H_2, din 0,36 g Al se vor obţine:

$$\frac{0{,}36 \cdot 133{,}5}{27} = 1{,}7 \text{ g } AlCl_3.$$

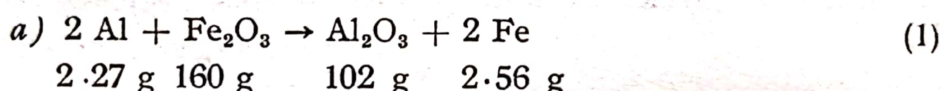
c) $$\frac{0{,}36 \cdot 1{,}5 \cdot 22{,}4}{27} = 0{,}44 \text{ l } H_2.$$

346. *Se reduc cu aluminiu metalic 150 g* Fe_2O_3. *Să se determine:*

a) masa de aluminiu necesară;

b) cantitatea de soluţie acid sulfuric 46% care dizolvă oxidul de aluminiu rezultat din reacţie;

c) volumul de hidrogen, măsurat în condiţii normale, care rezultă prin acţiunea vaporilor de apă asupra fierului obţinut din prima reacţie.



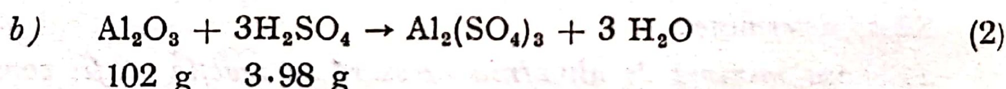
a) $$2\,Al + Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 2\,Fe \qquad (1)$$
$$2 \cdot 27 \text{ g} \quad 160 \text{ g} \qquad 102 \text{ g} \quad 2 \cdot 56 \text{ g}$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (160 g) Fe_2O_3 este redus de 2 moli (2 · 27 g) Al şi se obţine 1 mol (102 g) Al_2O_3. Pentru reducerea a 150 g Fe_2O_3 vor fi necesare:

$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 27}{160} = 50{,}5 \text{ g Al}$$

şi rezultă:

$$\frac{150 \cdot 102}{160} = 95{,}6 \text{ g } Al_2O_3.$$



b) $$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\,H_2O \qquad (2)$$
$$102 \text{ g} \quad 3 \cdot 98 \text{ g}$$

Cum 1 mol (102 g) Al_2O_3 reacţionează cu 3 moli (3 · 98 g) H_2SO_4, cele 95,6 g Al_2O_3 vor intra în reacţie cu:

$$\frac{95{,}6 \cdot 3 \cdot 98}{102} = 275{,}5 \text{ g } H_2SO_4.$$

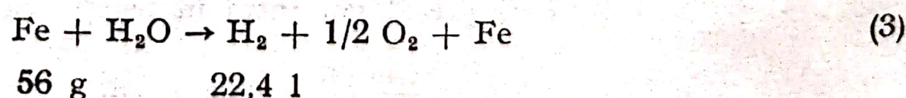
Cantitatea de soluţie H_2SO_4 46% este:

$$\frac{275{,}5 \cdot 100}{46} = 598{,}9 \text{ g } H_2SO_4 \ 46\%.$$

c) Prin reducerea a 150 g Fe_2O_3 se obţin conform cu ecuaţia (1)

$$\frac{150 \cdot 2 \cdot 56}{160} = 105 \text{ g Fe}.$$

Din ecuaţia reacţiei:



$$Fe + H_2O \rightarrow H_2 + 1/2\,O_2 + Fe \qquad (3)$$
$$56 \text{ g} \qquad 22{,}4 \text{ l}$$

se. observă că prin acţiunea vaporilor de apă asupra a 1 mol (56 g) Fe se obţine 1 mol (22,4 l) H_2. Fierul care intră în reacţie cu apa fiind 105 g, vor rezulta:

$$\frac{105 \cdot 22,4}{56} = 42 \text{ l } H_2.$$

347. *Care este masa de aluminiu ce se află în 1 t bauxită, admiţînd că bauxita este oxid de aluminiu hidratat,* $Al_2O_3 2H_2O$ *şi conţine 30% impurităţi?*

Răspuns: 274 kg Al

348. *Se efectuează electroliza a 3 681,5 kg oxid de aluminiu. Să se calculeze:*
a) masa de aluminiu obţinută;
b) volumul oxigenului rezultat ce se combină cu carbonul din anod, măsurat la 0° şi 1 atm.

Răspuns: a) 1 949 kg Al; *b)* 1 212,5 m^3 O_2

349. *Cîţi* cm^3 *soluţie de acid sulfuric 10% sînt necesari pentru a reacţiona total cu 0,9 g aluminiu?*

Răspuns: 49 cm^3 H_2SO_4 10%

350. *Se prepară din 21,6 g aluminiu, sub formă de pulbere, hidrogen prin acţiunea unei soluţii de acid clorhidric 1 n. În altă experienţă se prepară hidrogen de aceeaşi cantitate de aluminiu prin tratare cu o soluţie de hidroxid de sodiu. Admiţînd că reacţiile sînt complete se cere:*
a) volumul de hidrogen obţinut în fiecare experienţă, măsurat la 0° şi 1 atm;
b) masa acidului clorhidric folosit în prima experienţă.

Răspuns: a) 26,8 l H_2 în ambele experienţe;
b) 87,6 g HCl.

351. *Se obţin 10,2 g de oxid de aluminiu prin arderea aluminiului sub formă de pulbere. Să se determine:*
a) masa de aluminiu intrată în reacţie;
b) volumul de oxigen necesar acestei oxidări, măsurat în condiţii normale.

Răspuns: a) 5,4 g Al; *b)* 3,36 l O_2

352. *Se prepară 72 kg carbură de aluminiu prin reducerea oxidului de aluminiu cu carbon. Să se calculeze:*
a) masa de oxid de aluminiu şi masa de cărbune cu un conţinut 90% C care trebuie să participe la reacţie;
b) volumul metanului, măsurat la 0° şi 1 atm ce se poate obţine din reacţia a 4,8 g carbură cu apă.

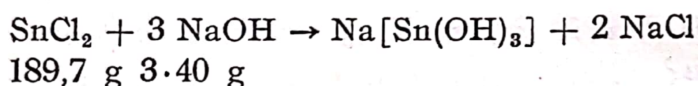
Răspuns: a) 102 kg Al_2O_3; 22,5 kg cărbune 90% C;
b) 2,24 l CH_4

353. *Se reduc 7,6 g oxid cromic cu aluminiu în pulbere. Să se determine:*
a) masa de aluminiu necesară;
b) masa de crom obținută la sfîrșitul reacției;
c) masa oxidului de aluminiu format.

Răspuns: a) 2,7 g Al; *b)* 5,2 g Cr; *c)* 5,1 g Al_2O_3

XIX. **Metale din grupa a IV-a a sistemului periodic**

354. *Să se determine volumul de soluție hidroxid de sodiu* 1 m *necesar pentru a transforma complet 100 g soluție de clorură stanoasă cu concentrația 40% în stanit de sodiu.*



$$SnCl_2 + 3\,NaOH \rightarrow Na[Sn(OH)_3] + 2\,NaCl$$
$$189{,}7\text{ g} \quad 3\cdot 40\text{ g}$$

Cantitatea de $SnCl_2$ folosită în reacție este de 40 g.

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (189,7 g) clorură stanoasă intră în reacție cu 3 moli (3·40 g) hidroxid de sodiu. Cele 40 g $SnCl_2$ vor reacționa cu:

$$\frac{40 \cdot 189{,}7}{3 \cdot 40} = 63{,}2 \text{ g NaOH.}$$

O soluție NaOH 1 m conține 40 g NaOH într-un litru de soluție. Dacă soluția utilizată în reacție este molară, cele 63,2 g NaOH se vor găsi în:

$$\frac{63{,}2 \cdot 1\,000}{40} = 1\,580 \text{ cm}^3 \text{ soluție NaOH 1 m.}$$

355. *Din minereul de plumb ceruzita,* $PbCO_3$, *conținînd 20% impurități s-au obținut 100 kg oxid de plumb. Să se calculeze:*
a) masa de ceruzită folosită;
b) cantitatea de carbon necesară reducerii oxidului de plumb;
c) masa de plumb obținută prin reducerea acestui oxid.

Au loc reacțiile:



$$PbCO_3 \rightarrow PbO + CO_2 \qquad (1)$$
$$267\text{ g} \quad 223\text{ g}$$



$$PbO + C \longrightarrow Pb + CO \qquad (2)$$
$$223\text{ g} \quad 12\text{ g} \quad 207\text{ g}$$

a) Conform ecuației (1) pentru a se obține 1 mol (223 g) PbO este necesar 1 mol (267 g) $PbCO_3$. Cele 100 kg PbO se obțin din:

$$\frac{100 \cdot 267}{223} = 120{,}2 \text{ kg } PbCO_3.$$

Ceruzita conţinînd 20% impurităţi, masa necesară este:

$$\frac{102,2 \cdot 100}{80} = 150,25 \text{ kg } PbCO_3.$$

b) Din ecuaţia (2) reiese că 1 mol (223 g) PbO intră în reacţie cu 1 mol (12 g) C. Cantitatea de carbon necesară reducerii a 100 kg PbO este:

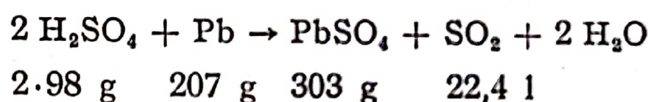
$$\frac{100 \cdot 12}{223} = 5,38 \text{ kg C.}$$

c) Prin reducerea a 1 mol (223 g) PbO se obţine 1 mol (207 g) Pb. Din 100 kg PbO rezultă:

$$\frac{100 \cdot 207}{223} = 92,8 \text{ kg Pb.}$$

356. *Se încălzesc 9,8 g acid sulfuric concentrat cu granule de plumb. Să se calculeze:*
a) masa de plumb care va reacţiona cu acidul;
b) masa produsului solid obţinut;
c) volumul gazului degajat, măsurat la 0° şi 1 atm.

Are loc reacţia:



$$2\,H_2SO_4 + Pb \rightarrow PbSO_4 + SO_2 + 2\,H_2O$$
$$2 \cdot 98 \text{ g} \quad 207 \text{ g} \quad 303 \text{ g} \quad 22,4 \text{ l}$$

a) Din ecuaţia reacţiei reiese că 2 moli (2·98 g) H_2SO_4 reacţionează cu 1 mol (207 g) Pb. Masa de plumb care va reacţiona cu 9,8 g H_2SO_4 este:

$$\frac{9,8 \cdot 207}{196} = 10,35 \text{ g Pb.}$$

b) Cum din reacţia a 2 moli (2·98 g) H_2SO_4 cu plumbul se obţine 1 mol (303 g) $PbSO_4$, folosindu-se 9,8 g H_2SO_4 vor rezulta:

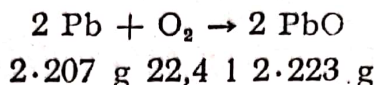
$$\frac{9,8 \cdot 303}{196} = 15,15 \text{ g } PbSO_4.$$

c) Intrînd în reacţie cu Pb 2 moli (2·98 g) H_2SO_4 se degajă 1 mol (22,4 l) SO_2. Volumul bioxidului de sulf obţinut, prin participarea la reacţie a 9,8 g H_2SO_4, măsurat în condiţii normale este

$$\frac{9,8 \cdot 22,4}{2 \cdot 98} = 1,12 \text{ l } SO_2.$$

357. *Se prepară oxidul de plumb prin oxidarea a 3,25 kg plumb. Se cere să se determine:*
a) masa de oxid de plumb obţinută;
b) volumul de oxigen necesar;
c) volumul de aer folosit pentru această oxidare.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.



$$2\ \mathrm{Pb} + \mathrm{O_2} \rightarrow 2\ \mathrm{PbO}$$
$$2 \cdot 207\ \mathrm{g} \quad 22{,}4\ \mathrm{l} \quad 2 \cdot 223\ \mathrm{g}$$

a) 2 moli (2·207 g) Pb dau prin oxidare 2 moli (2·223 g) PbO. Masa de PbO obținută prin oxidarea a 3,25 kg plumb este:

$$\frac{3{,}25 \cdot 223}{207} = 3{,}5\ \mathrm{kg}.$$

b) După ecuația reacției, 2 moli (2·207 g) Pb sînt oxidați de 1 mol (22,4 l) O_2. Volumul de oxigen necesar pentru oxidarea a 3,25 kg Pb va fi:

$$\frac{3{,}25 \quad 22{,}4}{2 \cdot 207} = 0{,}176\ \mathrm{m^3}\ \mathrm{O_2}.$$

c) Aerul conținînd, în volume, 20,9% oxigen, volumul de aer folosit pentru această oxidare este:

$$\frac{0{,}176 \quad 100}{20{,}9} = 0{,}840\ \mathrm{m^3}\ \text{aer}.$$

358. *Prin reducerea cu cărbune a casiteritei,* SnO_2 *se obține 1 t de staniu.* Să se *determine:*
a) masa de casiterită folosită dacă conține 75% bioxid de staniu;
b) cantitatea de cărbune, cu un procent de 80% carbon, necesară.

Răspuns: a) 1,7 t casiterită; *b)* 101 kg cărbune

359. *Să se calculeze masa de plumb conținută în 100 g galenă,* Pb S, *și în 100 g ceruzită,* Pb CO_3, *mineralele fiind lipsite de impurități.*

Răspuns: 86,6 g Pb; 77,5 g Pb

360. *1 tonă de galenă este oxidată prin prăjire în cuptor în prezența aerului și oxidul de plumb rezultat este redus cu cărbune. Să se calculeze:*
a) masa de plumb obținută;
b) volumul de bioxid de sulf rezultat, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: a) 866 kg Pb; *b)* 93,7 $m^3 SO_2$

361. *Prin oxidarea progresivă a plumbului s-au obținut 137 kg miniu,* Pb_3O_4. *Se cere:*
a) masa de plumb folosită;
b) volumul de aer, măsurat la 0° și 1 atm, necesar acestei oxidări.

Răspuns: a) 124,2 kg Pb; *b)* 44,8 m^3 aer

362. *Se tratează 20 g oxid de plumb,* PbO, *cu acid acetic. Să se calculeze cantitatea de acetat de plumb care se obține.*

Răspuns: 29,1 g $Pb(CH_3COO)_2$

363. *Prin prăjirea în aer a 50 g minereu de plumb s-au obținut 4,48 l bioxid de sulf. Să se determine:*

a) masa sulfurii de plumb conținută în cele 50 g minereu;

b) masa oxidului de plumb rezultat.

Răspuns: a) 47,8 g PbS; *b)* 44,6 g PbO

364. *Care este creșterea de masă dacă se transformă 10 g plumb în:*

a) oxid de plumb, PbO;

b) bioxid de plumb, PbO_2;

c) miniu, Pb_3O_4.

Răspuns: a) 0,772 g, *b)* 1,544 g, *c)* 1,03 g

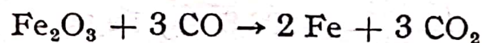
XX. Metale din grupa a VIII-a a sistemului periodic

365. *Considerînd 200 kg de oxid feric și aceeași cantitate de oxid feroferic (magnetita) să se determine:*

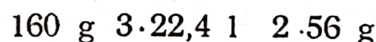
a) masa de fier care se poate obține din fiecare oxid;

b) volumul de oxid de carbon necesar reducerii acestor oxizi.

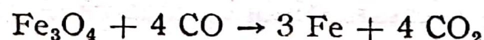
Au loc reacțiile:



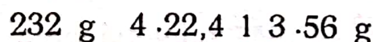
$$Fe_2O_3 + 3\,CO \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO_2$$



160 g 3·22,4 l 2·56 g



$$Fe_3O_4 + 4\,CO \rightarrow 3\,Fe + 4\,CO_2$$



232 g 4·22,4 l 3·56 g

a) Prin reducere din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 rezultă 2 moli (2·56 g) Fe, iar din 1 mol (232 g) Fe_3O_4 se obțin 3 moli (3·56 g) Fe. Masa de fier care se obține prin reducerea a 200 kg Fe_2O_3 este:

$$\frac{200 \cdot 2 \cdot 56}{160} = 140 \text{ kg Fe.}$$

Din aceeași cantitate de Fe_3O_4 se obține:

$$\frac{200 \cdot 3 \cdot 56}{232} = 145 \text{ kg Fe.}$$

b) Din ecuațiile chimice reiese că pentru reducerea a 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3 ·22,4 l) CO, iar pentru 1 mol (232 g) Fe_3O_4 4 moli (4 ·22,4 l) CO. Pentru reducerea a 160 kg Fe_2O_3 sînt necesari 3 ·22,4 m³ CO. Reducerea a 200 kg Fe_2O_3 va necesita:

$$\frac{200 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{160} = 84 \text{ m}^3 \text{ CO},$$

iar reducerea a 200 kg Fe_3O_4:

$$\frac{200 \cdot 4 \cdot 22{,}4}{232} = 77{,}2 \text{ m}^3 \text{ CO}.$$

366. *La obținerea fontei în furnal se folosește un minereu care conține 75% oxid feric. Să se calculeze pentru 1 tonă fontă cu un conținut de 2,5% C, rezultată din furnal:*

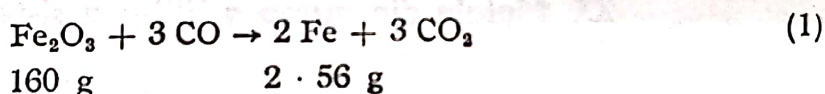
a) masa de minereu intrată în reacție;

b) masa de cocs întrebuințată, dacă cocsul conține 85% C.

1 tonă fontă, cu un procent de 2,5% carbon, conține:

975 kg Fe și 25 kg C

În furnal, oxidul Fe_2O_3 este redus de CO și acesta provine din arderea cocsului:





a) Din ecuația (1) rezultă că din 1 mol (160 g) Fe_2O_3 se obțin 2 moli(2 · 56 g)Fe. Pentru a se obține 975 kg Fe vor trebui să intre în reacție:

$$\frac{975 \cdot 160}{2 \cdot 56} = 1392{,}8 \text{ kg } Fe_2O_3.$$

Cantitatea de minereu necesară, ținînd seama că el conține 75% Fe_2O_3 va fi:

$$\frac{1392{,}8 \cdot 100}{75} = 1857{,}1 \text{ kg minereu}$$

b) Din ecuațiile (1) și (2) rezultă că pentru a reduce 1 mol (160 g) Fe_2O_3 sînt necesari 3 moli (3 · 12 g) carbon.

Masa de carbon întrebuințată pentru reducerea a 1392,8 kg Fe_2O_3 este:

$$\frac{1392{,}8 \cdot 3 \cdot 12}{160} = 313{,}3 \text{ kg C}.$$

Cocsul folosit va fi:

$$\frac{(313{,}3 + 25) \cdot 100}{85} = 398 \text{ kg cocs}.$$

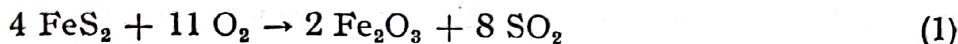
367. *Din 150 kg de pirită rezultă prin ardere 33,6 m³ bioxid de sulf şi 60 kg oxid feric. Să se calculeze:*

a) procentele de fier, sulf şi impurităţi de minereu;

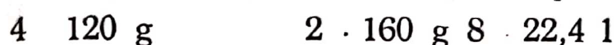
b) volumul de acid sulfuric 1 m care poate reacţiona cu oxidul feric rezultat din reacţie;

c) cantitatea de hidroxid de sodiu (în kg şi în moli) care transformă bioxidul de sulf în sulfit acid de sodiu.

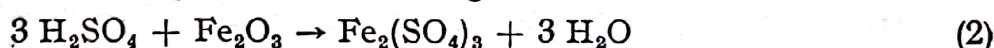
Au loc reacţiile:



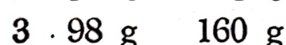
$$4\ FeS_2 + 11\ O_2 \rightarrow 2\ Fe_2O_3 + 8\ SO_2 \qquad (1)$$



$$4 \quad 120\ g \qquad\qquad 2 \cdot 160\ g \quad 8 \cdot 22{,}4\ l$$



$$3\ H_2SO_4 + Fe_2O_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 3\ H_2O \qquad (2)$$



$$3 \cdot 98\ g \qquad 160\ g$$



$$NaOH + SO_2 \rightarrow NaHSO_3 \qquad (3)$$



$$40\ g \qquad 22{,}4\ l$$

a) Masa moleculară a SO_2 fiind 64 şi volumul molar 22,4 l calculăm densitatea:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{64}{22{,}4} = 2{,}86\ g/l.$$

Masa SO_2 rezultată din arderea a 150 kg pirită, exprimată în kg, va fi:

$$m = V \cdot \rho = 33{,}6 \cdot 2{,}86 = 96\ kg\ SO_2$$

şi conţine:

$$\frac{96 \cdot 32}{64} = 48\ kg\ S.$$

Cum 1 mol (160 g) Fe_2O_3 conţine 2 moli (2 · 56 g) Fe, cele 60 kg Fe_2O_3 obţinute prin arderea piritei conţin:

$$\frac{60 \cdot 112}{160} = 42\ kg\ Fe.$$

Procentele de Fe, S şi impurităţi din minereu sînt:

$$Fe\% = \frac{100 \cdot 42}{150} = 28$$

$$S\% = \frac{100 \cdot 48}{150} = 32$$

$$Impurităţi\ \% = 100 - (28 + 32) = 40.$$

b) Conform ecuaţiei (2) 1 mol (160 g) Fe_2O_3 reacţionează cu 3 moli (3 · 98 g) H_2SO_4. Cele 60 kg Fe_2O_3 vor intra în reacţie cu:

$$\frac{60 \cdot 3 \cdot 98}{160} = 85{,}25\ kg\ H_2SO_4$$

Cum o soluție H_2SO_4 1 m conține 98 g H_2SO_4 la 1 l de soluție, 85 250 g H_2SO_4 se vor găsi în:

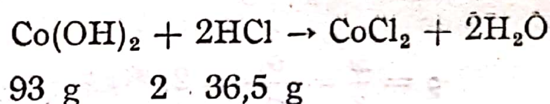
$$\frac{1 \cdot 85\,250}{98} = 869{,}8 \text{ l soluție } H_2SO_4 \text{ 1 m}$$

c) Din ecuația (3) rezultă că 1 mol (40 g) NaOH reacționează cu 1 mol (22,4 l) SO_2. Cantitatea de NaOH care transformă 33,6 m³ SO_2 în $NaHSO_3$ este:

$$\frac{33{,}6 \cdot 40}{22{,}4} = 60 \text{ kg NaOH}$$

Masa moleculară a NaOH este 40 și 1 mol NaOH = 40 g NaOH deci 60 000 g NaOH reprezintă: 60 000 : 40 = 1 500 moli NaOH.

368. *S-au consumat 60 cm³ de soluție acid clorhidric cu densitatea 1,10 g/cm³ pentru dizolvarea unui precipitat de hidroxid de cobalt. Soluția de acid clorhidric de densitate 1,10 g/cm³ conține 20,2% acid. Ce cantitate de hidroxid de cobalt s-a dizolvat?*



$$Co(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CoCl_2 + 2H_2O$$

$$93 \text{ g} \quad 2 \cdot 36{,}5 \text{ g}$$

Masa a 60 cm³ soluție HCl este:

$$m = V \cdot \rho = 60 \cdot 1{,}10 = 66 \text{ g.}$$

Cum în 100 g soluție se găsesc 20,2 g HCl, cele 66 g soluție vor conține:

$$\frac{66 \cdot 20{,}2}{100} = 13{,}3 \text{ g HCl}$$

Din ecuația reacției rezultă că 2 moli (2 · 36,5 g) HCl reacționează cu 1 mol (93 g) $Co(OH)_2$. Cantitatea de $Co(OH)_2$ care intră în reacție cu 13,3 g HCl va fi:

$$\frac{13{,}3 \cdot 93}{2 \cdot 36{,}5} = 16{,}9 \text{ g } Co(OH)_2$$

369. *Se reduc 8 g de oxid feric cu oxid de carbon. Să se determine:*
a) volumul minim de oxid de carbon necesar, măsurat la 0° și 1 atm;
b) masa bioxidului de carbon format.

Răspuns: a) 3,4 l CO; *b)* 6,6 g CO_2

370. *Un furnal înalt furnizează zilnic 750 t fontă cu un procent de 2,5% carbon. Să se calculeze:*
a) masa de cocs care participă la reacție, dacă acesta conține 90% carbon;
b) masa de minereu necesară cu un conținut de 75% oxid feric.

Răspuns: a) 264,73 t cocs; *b)* 141,2 t minereu

371. *Se ard 10 t minereu care conține 50% sulfură de fier, FeS_2. Se cere:*
a) volumul de bioxid de sulf obținut;
b) volumul de aer necesar arderii sulfurii;
c) masa de oxid feric rezultat.
Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 1866,7 m³ SO_2; *b)* 25 667 m³ aer; *c)* 3333 kg Fe_2O_3

372. *Se obține prin încălzirea la incandescență a fierului fin divizat 11,6 g oxid fero-feric. Să se determine:*
a) masa de fier folosită;
b) volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar acestei oxidări.

Răspuns: a) 8,4 g Fe; *b)* 11,2 l aer.

373. *Asupra a 8 g pilitură de fier acționează acid sulfuric 1 n. Să se calculeze:*
a) volumul de hidrogen obținut, măsurat la 0° și 1 atm;
b) masa de acid sulfuric conținută în soluția care a reacționat cu fierul;
c) volumul de acid sulfuric 1 n folosit.

Răspuns: a) 3,2 l H_2; *b)* 14 g H_2SO_4; *c)* 285,7 cm³ H_2SO_4 1 n

374. *Să se determine cantitatea de acid sulfuric 10%, necesară pentru a reacționa cu 2 g fier ce conține 10% impurități.*

Răspuns: 30 cm³ H_2SO_4 10%

375. *Se precipită din 50 cm³ soluție de clorură ferică 0,5 n fierul sub formă de hidroxid feric. Cîți cm³ de soluție de hidroxid de sodiu n sînt necesari?*

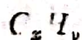
Răspuns: 25 cm³ NaOH *n*

XXI. Analiza substanțelor organice

376. *Care este formula brută și formula moleculară a unei substanțe organice conținînd 84,2% carbon și 15,8% hidrogen, știind că masa moleculară este 112.*

C = 12 H = 1

Formula compusului organic considerat este:



C_xH_y

x şi y sînt numere întregi. Compoziţia unei molecule va fi:

Carbon: $12\,x$

Hidrogen: y

Scriem proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală:

$$\frac{12x}{84{,}2} = \frac{y}{15{,}8}.$$

Dînd lui x valoarea arbitrară 1, rezultă

$$y = \frac{12 \quad 15{,}8}{84{,}2} = 2.$$

Formula brută a compusului considerat este CH_2.

Putem folosi şi o altă metodă. Împărţim fiecare din cifrele care arată compoziţia procentuală la masa atomică a elementului respectiv. Rapoartele obţinute le împărţim apoi la cel mai mic dintre ele:

$$C: \quad \frac{84{,}2}{12} = 7{,}01 \qquad \frac{7{,}01}{7{,}01} = 1.$$

$$H: \quad \frac{15{,}8}{1} = 15{,}8 \qquad \frac{15{,}8}{7{,}01} = 2.$$

Obţinem aceeaşi formulă. Deci formula cea mai simplă care reprezintă rezultatele analizei este:



$$CH_2$$

Dar, toţi multiplii întregi ai acestei formule vor corespunde de asemenea rezultatelor analizei şi formula va fi:

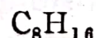


$$(CH_2)_n$$

n fiind un număr întreg. Masa moleculară corespunzătoare acestei formule $(CH_2)_n$ este $(12 + 2)\,n$ şi ea este egală cu 112. Obţinem ecuaţia.

$$14\,n = 112, \text{ de unde } n = 8$$

Formula moleculară a substanţei este:

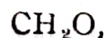


$$C_8H_{16}$$

377. *O substanţă organică are formula brută* CH_2O. *Cunoscîndu-se că molecula conţine un singur atom de hidrogen acid, care înlocuit cu argint dă un compus ce conţine 64,68% argint, să se determine formula moleculară a substanţei.*

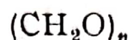
$C = 12$ $\qquad H = 1$ $\qquad O = 16$ $\qquad Ag = 108$

Dacă formula brută, care reprezintă rezultatele analizei elementare este:



$$CH_2O,$$

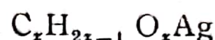
toţi multiplii întregi ai acestei formule, adică toate formulele de forma:



$$(CH_2O)_n$$

în care n este un număr întreg oarecare, corespund rezultatelor analizei.

Cînd substanţa conţine un atom de hidrogen înlocuit cu Ag formula sa este:



$$C_xH_{2x-1}\,O_xAg$$

şi are compoziţia moleculară:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: $2\,x - 1$
Oxigen: $16\,x$
Argint: 108

100 g din această substanţă conţine 64,68 g Ag şi 35,32 g $C_xH_{2x-1}\,O_x$ cu compoziţia moleculară:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: $2\,x - 1$
Oxigen: $16\,x$

Scriind proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi cea procentuală

$$\frac{12x + 2x - 1 + 16x + 108}{100} = \frac{12x + 2x - 1 + 16x}{35{,}32}$$

rezultă $(30x + 107)\,35{,}32 = (30x - 1)\,100$

$$x \approx 2$$

Formula moleculară a substanţei este:



$$C_2H_4O_2$$

378. *O substanţă organică formată din carbon, hidrogen şi oxigen conţine 39,6% carbon şi 7,7% hidrogen. Care este formula moleculară a substanţei, ştiind că în moleculă se găsesc 6 atomi de oxigen?*

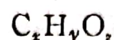
Se dă compoziţia procentuală a substanţei:

$$C\% = 39{,}6$$
$$H\% = 7{,}7$$

Procentul de oxigen se obţine scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente:

$$O\% = 100 - (39{,}6 + 7{,}7) = 52{,}7$$

Formula moleculară a substanţei este:



$$C_xH_yO_z$$

unde x, y şi z sînt numere întregi. Compoziţia unei molecule este:

Carbon: $12\,x$

Hidrogen: y

Oxigen: $z = 6$

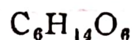
Scriem proporţionalitatea între compoziţia moleculară şi compoziţia procentuală:

$$\frac{12x}{39.6} = \frac{y}{7.7} = \frac{16z}{52.7} \quad \text{sau}$$

$$\frac{y}{x} = \frac{12 \cdot 7{,}7}{39.6} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{z}{x} = \frac{12 \quad 52{,}7}{39.6 \quad 16} = 1.$$

Cum $z = 6$, rezultă $x = 6$ şi $y = 14$
Substanţa are deci formula:



$$C_6H_{14}O_6$$

379. *O hidrocarbură gazoasă dă prin arderea a 145 cm³ măsurati în condiţii normale, 0,854 g bioxid de carbon şi 0,350 g apă. Să se determine formula moleculară a substanţei.*

Pentru calculul formulei moleculare determinăm compoziţia procentuală a substanţei şi masa sa moleculară.

Compoziţia procentuală a substanţei:

Ştim că 44 g de CO_2 conţine 12 g C şi deci masa carbonului conţinută în 0,854 g CO_2 va fi:

$$\frac{12 \quad 0{,}854}{44} = 0{,}232 \text{ g C.}$$

La 18 g H_2O corespund 2 g hidrogen, masa hidrogenului din 0,350 g H_2O este:

$$\frac{2 \quad 0{,}350}{18} = 0{,}04 \text{ g H.}$$

Substanta fiind o hidrocarbură, este formată numai din carbon şi hidrogen şi are masa:

$$0{,}232 + 0{,}04 = 0{,}272 \text{ g}$$

Deoarece 0,272 g substanţă conţine 0,232 g C şi 0,04 g H compoziţia procentuală este:

$$C\% = \frac{100 \cdot 0{,}232}{0{,}272} = 85{,}3.$$

$$H\% = \frac{100 \cdot 0{,}04}{0{,}272} = 14{,}7$$

Calculăm numărul de moli de substanţă căruia i s-a făcut analiza ţinînd seamă că un mol dintr-un gaz în condiţii normale ocupă volumul 22,4 l. Cei 145 cm^3 reprezintă:

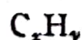
$$\frac{145}{22\,400} = 0{,}0064 \text{ moli.}$$

Masa unei substanţe fiind egală cu numărul de moli înmulţit cu masa moleculară, rezultă:

$$M = \frac{m \text{ (în grame)}}{\text{numărul de moli}} \text{ şi deci:}$$

$$M = \frac{0{,}272}{0{,}0064} = 42.$$

Formula moleculară a substanţei este:



$$C_xH_y$$

x şi y fiind numere întregi. Compoziţia moleculară este:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: y

Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi cea procentuală.

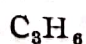
$$\frac{12x}{85{,}3} = \frac{y}{14{,}7} = \frac{M}{100} = \frac{42}{100}.$$

Rezultă:

$$x = \frac{42 \cdot 85{,}3}{12 \cdot 100} \approx 3$$

$$y = \frac{42 \cdot 14{,}7}{100} \approx 6.$$

Deci, formula moleculară a hidrocarburii este:



$$C_3H_6$$

380. *Analiza elementară a unei substanțe organice conținînd carbon, hidrogen și oxigen a dat următoarele rezultate:*

Din 0,373 g de substanță s-au obținut, după combustie completă 0,886 g bioxid de carbon și 0,453 g de apă. Pe de altă parte, vaporii substanței organice au densitatea în raport cu aerul 2,55. Să se determine:

a) compoziția procentuală;

b) formula moleculară a substanței.

a) Știind că 44 g de CO_2 conțin 12 g C, masa carbonului conținută în 0,886 g CO_2 este:

$$\frac{12 \cdot 0,886}{44}.$$

Această masă de C fiind conținută în 0,373 g de substanță, carbonul conținut în 100 g de substanță este deci:

$$C\% = \frac{12 \cdot 0,886 \cdot 100}{44 \cdot 0,373} = 64,84.$$

Cum 18 g H_2O conțin 2 g hidrogen și culegîndu-se 0,453 g H_2O prin combustia a 0,373 g de substanță, masa de hidrogen conținută în 100 g substanță este:

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,453 \cdot 100}{18 \cdot 0,373} = 13,5.$$

Oxigenul nu este niciodată obținut din analiză. Procentul de oxigen se stabilește prin calcul, scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente obținute din analiză.

$$O\% = 100 - (64,84 + 13,5) = 21,66$$

b) După legea lui Avogadro, masa moleculară apropiată a substanței este:

$$M = 28,9 \cdot d = 28,9 \cdot 2,55 = 74$$

Formula substanței este:



$$C_xH_yO_z$$

x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: y
Oxigen: $16\,z$

Scriind că este proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală, obținem

$$\frac{12x}{64,84} = \frac{y}{13,5} = \frac{16z}{21,66} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{M}{100} = \frac{74}{100}$$

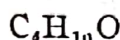
de unde:

$$x = \frac{74 \cdot 64{,}84}{1\,200} \simeq 4$$

$$y = \frac{74 \cdot 13{,}5}{100} \simeq 10$$

$$z = \frac{74 \cdot 21{,}66}{1\,600} \simeq 1$$

Formula moleculară a substanţei este deci:



$$C_4H_{10}O$$

381. *Prin analiza elementară a unei substanţe organice conţinînd carbon, hidrogen şi clor s-au obţinut 2,8 l de bioxid de carbon măsuraţi în condiţii normale şi 2,25 g apă. La determinarea clorului s-a folosit o masă egală de substanţă şi s-au obţinut 36,5 g clorură de argint.*

Pe de altă parte, vaporii substanţei au densitatea, în raport cu aerul 2,9. Care este formula moleculară a substanţei ?

C = 12 H = 1 Cl = 35,5

a) Cum 22,4 l CO_2 conţin 12 g C, la 2,8 l CO_2 corespund:

$$\frac{2{,}8 \cdot 12}{22{,}4} = 1{,}5 \text{ g C.}$$

18 g de apă conţin 2 g hidrogen, masa de hidrogen conţinută în 2,25 g H_2O este:

$$\frac{2{,}25 \cdot 2}{18} = 0{,}25 \text{ g } H_2.$$

143,5 g AgCl conţin 35,5 g clor, masa de clor conţinută în 36,5 g AgCl este:

$$\frac{36{,}5 \cdot 35{,}5}{143{,}5} = 9{,}2 \text{ g } Cl_2.$$

Masa substanţei organice căreia i s-a făcut analiza elementară este deci:

$$1{,}5 + 0{,}25 + 9{,}2 = 10{,}95 \text{ g}$$

Ţinînd seama că în 10,63 g substanţă se găsesc 1,5 g carbon, 0,25 g hidrogen şi 8,8 g clor, compoziţia procentuală a substanţei este:

$$C\% = \frac{100 \cdot 1{,}5}{10{,}63} = 14{,}11$$

$$H\% = \frac{100 \cdot 0{,}25}{10{,}63} = 2{,}35$$

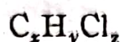
$$Cl\% = \frac{100 \cdot 8{,}8}{10{,}63} = 83{,}54$$

Cum $C\% + H\% + Cl\% = 14{,}11 + 2{,}35 + 83{,}54 = 100$ se poate afirma că substanța nu conține oxigen.

b) Masa moleculară apropiată a substanței este:

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 2{,}9 = 84$$

c) Formula substanței este:



$$C_xH_yCl_z$$

x, y, z fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este:

Carbon : $12\,x$
Hidrogen : y
Clor : $35{,}5\,z$

Scriind că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală obținem:

$$\frac{12x}{14{,}11} = \frac{y}{2{,}35} = \frac{35{,}5z}{83{,}54} = \frac{12x + y + 35{,}5z}{100} = \frac{84}{100}.$$

de unde:

$$x = \frac{14{,}11 \cdot 84}{1\,200} \simeq 1$$

$$y = \frac{235 \cdot 84}{100} \simeq 2$$

$$z = \frac{83{,}54 \cdot 84}{3\,550} \simeq 2.$$

Formula moleculară a substanței organice este:



$$CH_2Cl_2$$

382. *Din 0,576 g substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen se obține prin combustie completă 1,312 g bioxid de carbon și 0,535 g apă.*
Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții conținînd 3,5 g de substanță la litru de apă este 0,11°. Să se determine:
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară a substanței.

a) Cum 44 g CO_2 conțin 12 g de C, masa de carbon conținută în m_1 g CO_2 este

$$\frac{12 m_1}{44}.$$

Acest carbon fiind conținut în m grame de substanță organică, masa de carbon conținută în 100 g de substanță este deci

$$C\,\% = \frac{12\,m_1 \cdot 100}{44\,m}. \qquad (1)$$

La 18 g H_2O corespund 2 g hidrogen. Masa de hidrogen conţinută în m_2 grame de apă este:

$$\frac{2\ m_2}{18}.$$

Acest hidrogen fiind conţinut în m g de substanţă organică, masa de hidrogen conţinută în 100 g de substanţă este deci:

$$H\ \% = \frac{2m_2 \cdot 100}{18\ m}. \qquad (2)$$

Ţinînd seama de (1) şi (2), compoziţia procentuală a substanţei date este:

$$C\% = \frac{12 \cdot 1{,}312 \quad 100}{44 \quad 0{,}576} = 62{,}1$$

$$H\ \% = \frac{2 \cdot 0{,}535 \quad 100}{18 \quad 0{,}576} = 10{,}3$$

$$O\ \% = 100-(62{,}1 + 10{,}3) = 27{,}6$$

b) Masa moleculară a substanţei o aflăm prin metoda crioscopică. Folosim formula:

$$M = K_c \frac{1\,000}{\Delta t}\ c$$

Constanta crioscopică a apei este $K_c = 1{,}87°$, concentraţia soluţiei $c = \frac{3{,}5}{1\,000} = 0{,}0035$ iar depresiunea punctului de topire $\Delta t = 0{,}11°$.
Rezultă

$$M = \frac{1{,}87 \cdot 1000 \quad 0{,}0035}{0{,}11} = 59.$$

Fie $C_xH_yO_z$ formula moleculară a substanţei. Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi compoziţia procentuală.

$$\frac{12x}{62{,}1} = \frac{y}{10{,}3} = \frac{16z}{27{,}6} = \frac{59}{100}$$

de unde:

$$x = \frac{59 \cdot 62{,}1}{1\,200} \simeq 3$$

$$y = \frac{59 \cdot 10{,}3}{100} \simeq 6$$

$$z = \frac{59 \cdot 27{,}6}{1\,600} \simeq 1$$

Formula moleculară a substanţei organice este deci:



$$C_3H_6O$$

383. *Din 0,250 g substanță organică s-a obținut prin ardere 0,580 g bioxid de carbon și 0,200 g apă. Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții de substanță în benzen de concentrație 1/50 este 0,87°. Să se determine:*
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară a acestei substanțe.

a) Compoziţia procentuală a substanţei:

$$C\% = \frac{12 \cdot 0{,}580 \cdot 100}{44 \cdot 0{,}250} = 63{,}3$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}200 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}250} = 8{,}9$$

$$O\% = 100-(63{,}3 + 8{,}9) = 27{,}8$$

b) Masa moleculară o obţinem folosind formula din crioscopie:

$$M = K_c \frac{1\,000}{\Delta t} c$$

Constanta crioscopică a benzenului este $K_c = 5{,}2°$. Cunoscînd concentraţia $c = \frac{1}{50}$ şi depresiunea punctului de topire $\Delta t = 0{,}87°$ obţinem:

$$M = \frac{5{,}2 \cdot 1\,000 \cdot 0{,}02}{0.87} = 119$$

Formula moleculară a substanţei este:



$$C_xH_yO_z$$

x y şi z fiind numere întregi. Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi cea procentuală:

$$\frac{12x}{63{,}3} = \frac{y}{8{,}9} = \frac{16z}{27{,}8} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{119}{100}$$

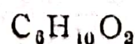
obţinem:

$$x = \frac{119 \cdot 63{,}3}{1\,200} \simeq 6$$

$$y = \frac{119 \cdot 8{,}9}{100} \simeq 10$$

$$z = \frac{119 \cdot 27{,}8}{1\,600} \simeq 2$$

Formula moleculară a substanţei este:



$$C_6H_{10}O_2$$

384. *La analiza elementară a unei substanțe organice s-a obținut prin arderea a 0,356 g substanță 0,990 g bioxid de carbon și 0,200 g apă.*
Pe de altă parte, arderea a 0,237 g din aceeași substanță a dat 37,6 cm³ de azot măsurat la 18° C și presiunea 734,7 mm Hg.
Densitatea în raport cu aerul a vaporilor substanței este 2,75. Să se determine formula moleculară a substanței.

C = 12 H = 1 O = 16 N = 14

Compoziția procentuală a substanței

$$C\% = \frac{12 \cdot 0{,}99 \cdot 100}{44 \cdot 0{,}356} = 75{,}8$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}20 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}356} = 6{,}2$$

Volumul de azot în condiții normale, îl obținem aplicînd legea gazelor:

$$pV = p_0 V_0 (1 + \alpha t)$$

$$V_0 = V \frac{p}{p_0} \frac{1}{1 + \alpha t} = 37{,}6 \cdot \frac{734{,}7}{760} \cdot \frac{1}{1 + \frac{18}{273}} = 33{,}57 \text{ cm}^3$$

Masa de azot conținută în 0,237 g substanță este:

$$m = 33{,}57 \cdot \frac{28}{22\,400} = 0{,}0426 \text{ g}$$

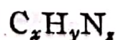
de unde:

$$N\% = \frac{100 \cdot 0{,}0426}{0{,}237} = 18$$

Făcînd suma: 75,8 + 6,2 + 18 = 100, rezultă că substanța nu conține oxigen.
Masa moleculară apropiată a substanței.

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 2{,}75 = 80$$

Formula moleculară a substanței este



$$C_xH_yN_z$$

x, y, z fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{12x}{75{,}8} = \frac{y}{6{,}2} = \frac{14z}{18} = \frac{12x + y + 14z}{100} = \frac{80}{100}$$

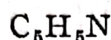
de unde:

$$x = \frac{80 \cdot 75{,}8}{1\,200} = 5{,}05 \approx 5,$$

$$y = \frac{80 \cdot 6{,}2}{100} = 4{,}96 \approx 5$$

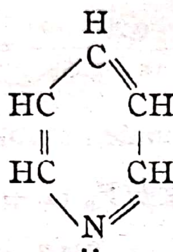
$$z = \frac{80 \cdot 18}{1\,400} = 1{,}03 \approx 1$$

Substanța căreia i s-a făcut analiza are forma moleculară:



$$C_5H_5N$$

O substanță uzuală ce corespunde acestei formule este **piridina**



385. *Efectuînd analiza elementară a unei substanțe organice care conține azot, din 0,295 g s-au obținut 0,440 g bioxid de carbon și 0,225 g apă. Prin o a doua operație asupra unei mase egale de substanță s-au obținut 55,8 cm³ de azot măsurat în condiții normale.*
Pe de altă parte, densitatea vaporilor substanței considerate în raport cu aerul este 2,05. Să se determine:
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară a substanței.

a) Compoziția procentuală

$$C\% = \frac{12 \cdot 0{,}440 \cdot 100}{44 \cdot 0{,}295} = 40{,}7$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}225 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}295} = 8{,}5$$

Masa de azot conținută în 0,440 g este:

$$m = V \cdot \rho = 55{,}8 \cdot \frac{28}{22\,400}$$

deci:

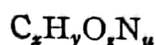
$$N\% = \frac{28 \cdot 55{,}8}{22\,400} \cdot \frac{100}{0{,}295} = 23{,}6$$

$$O\% = 100 - (40{,}7 + 8{,}5 + 23{,}6) = 27{,}2$$

b) Calculăm masa moleculară a substanței folosindu-ne de legea lui Avogadro

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 2{,}05 = 59{,}04$$

Formula moleculară a substanței organice este:



$$C_xH_yO_zN_u$$

x,y, z, u fiind numere întregi. Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală.

$$\frac{12x}{40{,}7} = \frac{y}{8{,}5} = \frac{16z}{27{,}2} = \frac{14u}{23{,}6} = \frac{12x + y + 16z + 14u}{100} = \frac{59{,}04}{100}$$

rezultă:

$$x = \frac{59{,}04 \cdot 40{,}7}{1\,200} \approx 2$$

$$y = \frac{59{,}04 \cdot 8{,}5}{100} \approx 5$$

$$z = \frac{59{,}4 \cdot 27{,}2}{1\,600} \approx 1$$

$$u = \frac{59{,}04 \cdot 23{,}6}{1\,400} \approx 1$$

Formula moleculară a substanței este deci:



$$C_2H_5NO$$

386. *Prin arderea a 2,15 g hidrocarbură s-au format 6,6 g bioxid de carbon. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii știind că masa sa moleculară este 86.*

Răspuns: C_6H_{14}

387. *O substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen conține 64,9% carbon și 13,5% hidrogen. Care este formula moleculară a substanței, știind că în moleculă se găsește 1 atom de oxigen.*

Răspuns: $C_4H_{10}O$

388. *O hidrocarbură gazoasă dă prin arderea a 112 cm³, măsurați în condiții normale, 0,22 g bioxid de carbon și 0,18 g apă. Să se determine formula moleculară a substanței.*

Răspuns: CH_4

389. *Analiza elementară a unei substanțe organice conținînd carbon, hidrogen și oxigen a dat următoarele rezultate: Din 0,69 g substanță s-au obținut, după combustia completă, 1,32 g bioxid de carbon și 0,81 g apă. Densitatea vaporilor acestei*

substanțe în raport cu hidrogenul este 23. Să se stabilească formula moleculară a substanței.

Răspuns: C_2H_6O. Dintre substanțele organice cu această formulă moleculară cea mai importantă este etanolul, $CH_3 - CH_2OH$.

390. *Prin analiza unei substanțe organice conținînd carbon, hidrogen și clor s-au obținut 5,6 l bioxid de carbon, măsurați la 0° și 1 atm și 2,25 g apă.*
La determinarea clorului s-a folosit o masă egală de substanță și s-au obținut 107,6 g clorură de argint.
Vaporii substanței au densitatea în raport cu aerul 4,13. Care este formula moleculară a substanței?

Răspuns: $CHCl_3$

391. *Din 0,7453 g de substanță organică formată din carbon, hidrogen și oxigen se obțin prin combustie completă 1, 771 g bioxid de carbon și 0,9066 g de apă.*
Pe de altă parte, substanța fiind vaporizată la 100° sub presiunea de 750 mm Hg s-a găsit că 528,5 cm³ din acești vapori au masa 1,28 g. Să se determine:
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară a substanței.

Răspuns: a) C% = 64,8; H% = 13,5; O% = 21,7
b) $C_4H_{10}O$

392. *Din 0,182 g substanță organică s-au obținut prin ardere 0,264 g bioxid de carbon și 0,126 g de apă.*
Pe de altă parte, depresiunea punctului de topire a unei soluții conținînd 5 g de substanță la litru de apă este 0,05°. Să se determine:
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară a substanței.

Răspuns: a) C% = 39,6; H% = 7,7; O% 52,7;
b) $C_6H_{14}O_6$

393. *Efectuînd analiza unei substanțe organice care conține azot din 0,141 g s-au obținut 0,40 g bioxid de carbon și 0,097 g de apă. Prin a doua operație din 0,186 g de substanță s-au obținut 0,028 g de azot.*
Densitatea vaporilor acestei substanțe, în raport cu aerul fiind 3,23 stabiliți formula sa moleculară.

Răspuns: C% = 77,4; H% = 7,6; N% = 15,1; C_6H_7N. O substanță organică importantă, cu această formulă moleculară, este anilina: $C_6H_5 - NH_2$

394. *O substanță organică care conține azot are densitatea vaporilor săi în raport cu aerul egală cu 4,05. Prin arderea completă a 0,117 g din această substanță s-au*

obținut 0,220 g bioxid de carbon și 0,099 g de apă. Prin o a doua operație asupra unei mase egale de substanță au rezultat 11,2 cm^3 de azot măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Se cere:

a) masa moleculară a substanței;
b) compoziția procentuală;
c) formula moleculară.

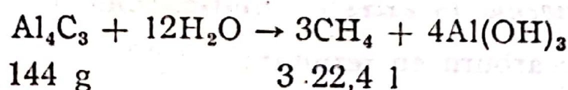
Răspuns: a) $M = 117$; *b)* C% = 51,3; H% = 9,4; N% = 12; O% = 27,3; *c)* $C_5H_{11}NO_2$

395. *La analiza elementară a unei substanțe organice s-a obținut prin arderea a 0,165 g substanță 0,121 g bioxid de carbon și 0,099 g apă. Pe de altă parte din aceeași masă de substanță s-au obținut 61,6 cm^3 de azot, măsurați la 0° și 1 atm. Se cere:*
a) compoziția procentuală;
b) formula moleculară,
știind că o soluție din această substanță conținînd 12 g la litru de apă dă o depresiune a punctului de topire de 0,37°.

Răspuns: a) C% = 20%; H% = 6,7; N% = 46,7; O% = 26,6; *b)* CON_2H_4 (ureea)

XXII. Hidrocarburi saturate

396. *Prin acțiunea apei acidulate asupra a 30 g carbură de aluminiu s-au obținut 10 l de metan. Admițînd că reacția a fost completă să se determine conținutul în impurități al carburii.*



$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 3CH_4 + 4Al(OH)_3$$
$$144\ g \qquad\qquad 3 \cdot 22{,}4\ l$$

Din ecuația reacției reiese că dintr-un mol (144 g) Al_4C_3 rezultă 3 moli (3·22,4 l) CH_4. Cantitatea de Al_4C_3 care participă la reacție pentru obținerea celor 10 l CH_4 este:

$$\frac{10 \cdot 144}{3 \cdot 22{,}4} = 21{,}4\ g\ Al_4C_3$$

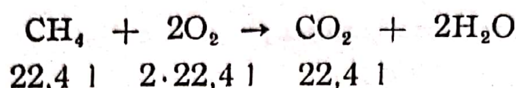
Conținutul în impurități în cele 30 g carbură utilizată va fi:

$$30 - 21{,}4 = 8{,}6\ g$$

sau exprimat la %:

$$\frac{100 \cdot 8{,}6}{30} = 28{,}6.$$

397. *Combustia completă a unui volum oarecare de metan a necesitat 106,67 l de aer. Să se calculeze volumul de metan întrebuințat. Ce volum vor ocupa gazele de ardere după condensarea apei?*



$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$
$$22{,}4\ l \quad 2\cdot 22{,}4\ l \quad 22{,}4\ l$$

Folosindu-se 106,67 l de aer și cum aerul conține în volume 21% O_2, volumul de oxigen care a participat la reacție este:

$$\frac{106{,}67 \cdot 21}{100} = 22{,}4\ l\ O_2$$

Ecuația reacției ne arată că 2 moli (2 ·22,4 l) O_2 reacționează cu 1 mol (22,4 l)CH_4. Volumul de CH_4 întrebuințat va fi:

$$\frac{22{,}4 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 22{,}4} = 11{,}2\ l\ CH_4$$

Cum prin arderea a 22,4 l CH_4 rezultă 22,4 l CO_2, volumul ocupat de gazele de ardere după condensarea apei este:

$$\frac{11{,}2 \cdot 22{,}4}{22{,}4} = 11{,}2\ l\ CO_2$$

398. *Se arde un amestec de 15 cm³ hidrocarbură gazoasă cu 60 cm² oxigen. După ce s-au condensat vaporii de apă au rezultat 37,5 cm³ gaze de ardere care se reduc prin absorbție în soluție de hidroxid de potasiu la 7,5 cm³. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii.*
Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Din 37,5 cm³ gaze de ardere au rămas după absorbția CO_2 de către KOH 7,5 cm³. Gazul rămas (7,5 cm³) poate fi oxigenul în exces, sau hidrocarbura in exces. Rezultă astfel două direcții de a rezolva problema.

a) *Presupunem oxigenul în exces.*

Prin arderea hidrocarburii au rezultat:

$$37{,}5 - 7{,}5 = 30\ cm^3\ CO_2$$

În condiții normale 1 mol (44 g) CO_2 ocupă volumul de 22,4 l. Masa, în grame, a 30 cm³ CO_2 este:

$$\frac{44 \cdot 0{,}03}{22{,}4} = 0{,}059\ g\ CO_2$$

Fiind dat că 44 g CO_2 conțin 12 g C, masa carbonului conținută în CO_2, respectiv în 15 cm³ de hidrocarbură este:

$$\frac{0{,}059 \cdot 12}{44} = 0{,}016\ g\ C.$$

Ajungem la același rezultat și mai direct, fără să mai calculăm masa de CO_2.

Dacă 22,4 l CO_2 corespund la 12 g C, 30 cm^3 CO_2, în condiții normale conțin:

$$\frac{30 \cdot 12}{22,4} = 0,016 \text{ g C}$$

Cantitatea de oxigen necesară pentru obținerea CO_2 prin arderea a 15 cm^3 de hidrocarbură va fi:

$$0,059 - 0,016 = 0,043 \text{ g } O_2$$

S-au consumat însă:

$$60 - 7,5 = 52,5 \text{ cm}^3 \ O_2$$

Cum 32 g O_2 ocupă volumul 22,4 l, masa a 52,5 cm^3 este:

$$\frac{0,0525 \cdot 32}{22,4} = 0,075 \text{ g}$$

Cantitatea de oxigen pentru formarea apei este:

$$0,075 - 0,043 = 0,032 \text{ g } O_2$$

Cantitatea de hidrogen din apă echivalent celor 0,032 g O_2 consumați egală cu cantitatea de hidrogen din hidrocarbură se obține ținînd seama că în cazul apei la 16 g O_2 corespund 2 g H_2:

$$\frac{0,032 \cdot 2}{16} = 0,004 \text{ g } H_2.$$

Se determină numărul de moli de carbon și hidrogen existenți în hidrocarbură prin împărțirea cantității în grame la masa atomică.

$$0,016 \text{ g C reprezintă } \frac{0,016}{12} = 0,00133 \text{ moli, iar}$$

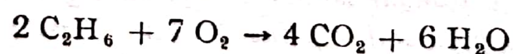
$$0,004 \text{ g hidrogen} = 0,004 \text{ moli.}$$

Raportul C : H existent în hidrocarbură este:

$$\frac{0,00132}{0,004} = \frac{1}{3}.$$

Singura hidrocarbură la care raportul C : H = 1 : 3 este etanul: C_2H_6.

Facem verificarea, scriind ecuația reacției de ardere și calculînd raportul volumelor substanțelor care au reacționat:



$$2\, C_2H_6 + 7\, O_2 \rightarrow 4\, CO_2 + 6\, H_2O$$

$$\frac{O_2}{C_2H_6} = \frac{7}{2} = 3,5.$$

Se obține tocmai raportul volumelor date în problemă:

$$\frac{52,5}{15} = 3,5$$

b) *Presupunem hidrocarbura în exces.*

Cantitatea de oxigen care s-a consumat în acest caz este 60 cm^3, care reprezintă în grame:

$$\frac{0,06 \cdot 32}{22,4} = 0,086 \text{ g } O_2.$$

Oxigenul consumat pentru obținerea CO_2 este 0,043 g O_2 și calculul este făcut în a).

Oxigenul consumat pentru formarea apei:

$$0,086 - 0,043 = 0,043 \text{ g } O_2$$

și are ca echivalent:

$$\frac{0,043 \cdot 2}{16} = 0,00538 \text{ g } H_2.$$

Determinînd numărul de moli de carbon și hidrogen obținem:

$$\frac{0,016}{12} = 0,00133 \text{ și } \frac{0,00538}{1} = 0,00538.$$

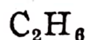
Raportul C : H existent în hidrocarbură este 1 : 4.

Cum cei 7,5 cm^3 în exces sînt de hidrocarbură, înseamnă că din aceasta s-au consumat prin ardere numai 15—7,5 = 7,5 cm^3. Deoarece au rezultat 30 cm^3 CO_2, reiese că ar fi vorba de o hidrocarbură cu patru atomi de carbon în moleculă.

Acest rezultat combinat cu raportul 1 : 4 duce la formula C_4H_{16}, un compus ipotetic, ce nu există.

Mai menționăm că făcînd presupunerea că hidrocarbura este în exces, nu s-a ținut seama că la arderea unei hidrocarburi cu aer insuficient nu se formează numai CO_2 și CO, ci și produse de oxidare ale hidrocarburii, ca cetone etc.

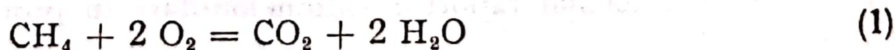
Rezultă că hidrocarbura intrată în reacția de ardere, conform datelor, a fost etanul:



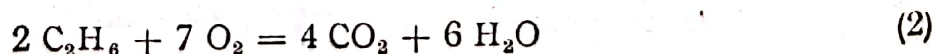
$$C_2H_6$$

399. *La un amestec de metan și etan care ocupă un volum de 20 cm³ se adaugă 62 cm³ de oxigen și se trece o scînteie electrică. Volumul gazelor de ardere (din care apa a fost condensată în prealabil) devine 40 cm³. Prin trecerea gazelor prin soluție de hidroxid de potasiu volumul se micșorează la 16 cm³. Ce compoziție în volume % avea amestecul inițial de metan și etan?*

Au loc reacțiile:



$$CH_4 + 2\ O_2 = CO_2 + 2\ H_2O \qquad (1)$$



$$2\ C_2H_6 + 7\ O_2 = 4\ CO_2 + 6\ H_2O \qquad (2)$$

Volumul de CO_2 rezultat din reacţia de ardere care a fost absorbit de KOH este:

$$40 - 16 = 24 \text{ cm}^3 \ CO_2$$

Să considerăm gazul rămas în exces oxigenul şi să notăm volumele de metan şi etan:

$$CH_4 = x$$
$$C_2H_6 = 20 - x$$

După cum arată ecuaţiile reacţiilor, în cazul arderii CH_4, din 1 mol CH_4 rezultă 1 mol CO_2, iar la arderea etanului, din 1 mol C_2H_6 rezultă 2 moli CO_2.

Putem scrie:

$$x + 2(20 - x) = 24.$$

Rezolvînd ecuaţia rezultă:

$$x = 16$$

Deci 20 cm³ de amestec de CH_4 şi C_2H_6 conţin 16 cm³ metan şi 4 cm³ C_2H_6, ceea ce reprezintă:

$$\frac{100 \cdot 16}{20} = 80\% \ CH_4 \text{ şi } \frac{100 \cdot 4}{20} = 20\% \ C_2H_6.$$

Problema se poate rezolva şi printr-un raţionament mult mai simplu:

1 volum metan dă 1 volum CO_2, iar un volum etan, 2 volume CO_2. Deci pentru fiecare cm³ CO_2 în plus faţă de volumul amestecului de hidrocarburi, avem 1 cm³ etan. Cum din 20 cm³ amestec se obţin 24 cm³ CO_2, rezultă 24—20 = 4 cm³ etan şi 20—4 = 16 cm³ metan, ceea ce reprezintă 80% metan, 20% etan.

400. *Cantitatea de căldură* degajată prin arderea unei cantităţi de butan corespunzînd masei moleculare este 690,2 kcal. Să se calculeze puterea calorică a butanului în kcal/kg şi în kcal/m³.*

Masa moleculară a C_4H_{10} este 58 şi deci un mol de C_4H_{10} reprezintă 58 g = $58 \cdot 10^{-3}$ kg. Volumul molar este $V = 22{,}4 \ l = 22{,}4 \cdot 10^{-3}$ m³.

Cantitatea de căldură Q obţinută prin arderea unui combustibil se calculează folosind formula:

$$Q = m \cdot q$$

unde, m — masa de combustibil, iar q — puterea calorică.

---

* În această carte s-a folosit ca unitate de măsură pentru cantitatea de căldură caloria. Menţionăm însă că în sistemul internaţional de unităţi căldura se măsoară în joule.

1 joule = 4,185 calorii.

Rezultă:

$$q = \frac{Q}{m}.$$

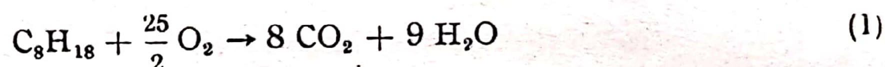
Puterea calorică a butanului în kcal/kg va fi:

$$q = \frac{Q}{m} = \frac{690,2}{58 \cdot 10^{-3}} = 11\,900 \text{ kcal/kg}.$$

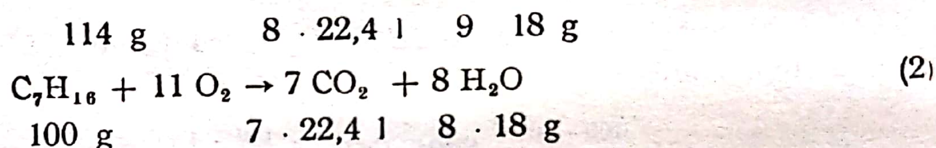
Puterea calorică în kcal/m³:

$$q = \frac{690,2}{22.4 \quad 10^{-3}} = 30\,800 \text{ kcal/m}^3.$$

401. *O benzină a cărei densitate este 0,72 g/cm³ conține 30% octan și 70% heptan. Să se calculeze volumul de bioxid de carbon și masa vaporilor de apă care rezultă prin arderea completă a 1 l din această benzină.*



$$C_8H_{18} + \frac{25}{2} O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O \qquad (1)$$



$$114 \text{ g} \qquad 8 \cdot 22,4 \text{ l} \qquad 9 \quad 18 \text{ g}$$

$$C_7H_{16} + 11\ O_2 \rightarrow 7\ CO_2 + 8\ H_2O \qquad (2)$$

$$100 \text{ g} \qquad 7 \cdot 22,4 \text{ l} \qquad 8 \cdot 18 \text{ g}$$

Cantitatea de benzină care se arde este:

$$m = V \quad \rho = 1\,000 \cdot 0,72 = 720 \text{ g benzină}$$

Ea conține:

$$\frac{720 \cdot 30}{100} = 216 \text{ g } C_8H_{18} \quad \text{și} \quad 720 - 216 = 504 \text{ g } C_7H_{16}.$$

Volumul de CO_2 și masa vaporilor de apă ce rezultă prin arderea a 216 g C_8H_{18} se obține ținînd seama de ecuația chimică (1), din care reiese că intrînd în reacție un mol (114 g) C_8H_{18} se obțin 8 moli (8 · 22,4 l) CO_2 și 9 moli (9 18 g) H_2O.

Volumul de CO_2:

$$\frac{216 \cdot 8 \cdot 22,4}{114} = 339,5 \text{ l } CO_2.$$

Masa vaporilor de apă:

$$\frac{216 \cdot 9 \cdot 18}{114} = 307 \text{ g } H_2O.$$

Prin arderea a 504 g heptan pe baza ecuației (2) rezultă:

Volumul de CO_2:

$$\frac{504 \cdot 7 \cdot 22,4}{100} = 790,2 \text{ l } CO_2.$$

Masa vaporilor de apă:

$$\frac{504 \cdot 8 \cdot 18}{100} = 725,7 \text{ g } H_2O.$$

Volumul total de CO_2 rezultat prin arderea completă a 1 l din această benzină este:

$$339,5 + 790,2 = 1129,7 \text{ l } CO_2$$

iar masa vaporilor de apă:

$$307 + 725,7 = 1032,7 \text{ g } H_2O.$$

402. *Metanul se prepară în laborator, prin acțiunea apei acidulate, la cald asupra carburii de aluminiu. Să se determine:*
a) masa de carbură de aluminiu care rezultă prin reducerea cu carbon a 0,5 kg oxid de aluminiu;
b) volumul de metan, măsurat la 0° și 1 atm, care se poate obține din această carbură.

Răspuns: a) 353 g Al_4C_3; *b)* 165 l CH_4

403. *Într-unul din zăcăminte, gazul natural conține în volume, 95% metan, 3% etan, 1% bioxid de carbon și 1% azot. Să se calculeze volumul de oxigen și volumul de aer necesar arderii a 1 m³ din astfel de gaz.*
Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

Răspuns: 2,005 m³ O_2; 10,025 m³ aer

404. *Se ard 5,8 g de butan. Să se determine:*
a) volumul de oxigen și volumul de aer necesar arderii;
b) volumul bioxidului de carbon rezultat. Gazele sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 14,56 l O_2; 72,8 l aer; *b)* 8,96 l CO_2

405. *Pentru obținerea negrului de fum se ard 336 m³ de metan. Să se determine:*
a) cantitatea de negru de fum obținută;
b) volumul de aer necesar reacției.
Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 180 kg negru de fum; *b)* 1 680 m³ aer

406. *Se arde un amestec de 5 cm³ hidrocarbură gazoasă cu 12 cm³ oxigen. După condensarea vaporilor de apă au rămas 7 cm³ de gaze care se reduc la 2 cm³ prin absorbție în soluție de hidroxid de potasiu. Toate volumele gazelor au fost măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune. Să se stabilească formula moleculară a hidrocarburii.*

Răspuns: CH_4

407. *Un amestec de combustibil gazos este format din 20 cm³ de hidrocarbură și 140 cm³ oxigen. După combustia amestecului și răcire se obține un volum de gaz egal cu 90 cm³ din care 80 cm³ sînt absorbiți în soluție de hidroxid de potasiu. Volumele gazelor sînt măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune. Se cere:*

a) formula brută a hidrocarburii;

b) densitatea sa în raport cu aerul;

c) formulele diverșilor izomeri.

Răspuns: *a)* C_4H_{10}; *b)* d = 2; *c)* $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ butan normal; $CH_3-CH-CH_3$ izobutan sau metilpropan



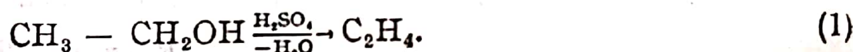
$\quad\quad | $

$\quad\quad CH_3$

XXIII. Alchene

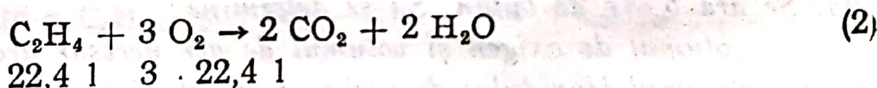
408. *Se tratează la cald cu un exces de acid sulfuric 200 cm³ de etanol cu densitatea 0,788 g/cm³. Dacă randamentul reacției este 60% ce volum de etenă se obține? Care va fi volumul de aer necesar arderii complete a etenei?*

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.



$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4} C_2H_4. \quad (1)$$

$$\text{46 g} \quad\quad\quad \text{22,4 l}$$



$$C_2H_4 + 3\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + 2\,H_2O \quad (2)$$

$$\text{22,4 l} \quad 3 \cdot \text{22,4 l}$$

Cantitatea de etanol ce participă la reacție este:

$$m = V \cdot \rho = 200 \cdot 0{,}788 = 157{,}6 \text{ g}$$

Cum din 1 mol (46 g) CH_3-CH_2OH rezultă, conform ecuației (1), 1 mol (22,4 l) C_2H_4, din 157,6 g CH_3-CH_2OH se obțin:

$$\frac{157{,}6 \cdot 22{,}4}{46} = 76{,}74 \text{ l } C_2H_4.$$

Dacă randamentul este 60%, volumul de etenă obținut este:

$$\frac{76{,}74 \cdot 60}{100} = 46{,}04 \text{ l } C_2H_4.$$

Din ecuația (2) rezultă că pentru arderea a 1 mol (22,4 l) C_2H_4 sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) O_2. Oxigenul necesar arderii complete a 46,04 l C_2H_4 va fi:

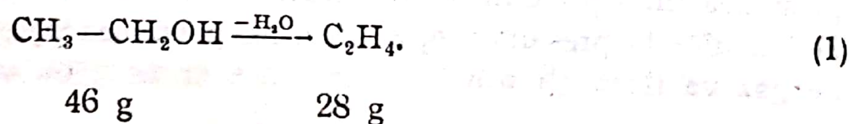
$$\frac{46{,}04 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{22{,}4} = 138{,}12 \text{ l } O_2.$$

Aerul conţinînd în volume 21% O_2, volumul de aer necesar arderii complete a etenei este:

$$\frac{138,12 \cdot 100}{21} = 657,7 \text{ l aer.}$$

409. *Vrem să preparăm 42 g etenă prin deshidratarea etanolului. Să se calculeze:*
a) masa de alcool necesară;
b) volumul ocupat de cele 42 g etenă la temperatura de 15°C şi presiunea 780 mm Hg;
c) Întreaga cantitate de etenă reacţionează cu o cantitate suficientă de apă de brom.
Să se calculeze masa substanţei obţinute.

Au loc reacţiile:

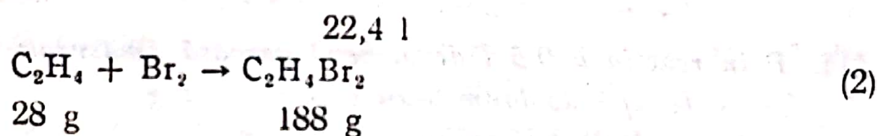


$$CH_3-CH_2OH \xrightarrow{-H_2O} C_2H_4 \qquad (1)$$

46 g 28 g

sau

22,4 l



$$C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2 \qquad (2)$$

28 g 188 g

a) Din ecuaţia (1) se vede că la 1 mol (46 g) CH_3-CH_2OH corespunde 1 mol (28 g) C_2H_4. Masa de alcool necesară pentru a se obţine 42 g C_2H_4 este:

$$\frac{42 \cdot 46}{28} = 69 \text{ g } CH_3-CH_2OH.$$

b) În condiţii normale, 1 mol (28 g) etenă ocupă volumul 22,4 l. Cele 42 g C_2H_4 vor ocupa:

$$\frac{42 \cdot 22,4}{28} = 33,6 \text{ l } C_2H_4.$$

Volumul ocupat de etenă la 15° şi 780 mm Hg îl obţinem folosind formula:

$$p\,V = \frac{p_0 V_0}{273}(273 + t), \text{ de unde } V = \frac{p_0 V_0}{273\,p}(273 + t).$$

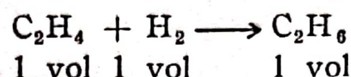
$$V = \frac{760 \cdot 33,6}{273 \cdot 780}(273 + 15) = 29,3 \text{ l } C_2H_4.$$

c) Conform ecuaţiei (2) 1 mol (28 g) C_2H_4 reacţionează cu bromul şi se obţine 1 mol (188 g) $C_2H_4Br_2$. Intrînd în reacţie 42 g C_2H_4 vor rezulta:

$$\frac{42 \cdot 188}{28} = 282 \text{ g } C_2H_4Br_2.$$



410. *Se comprimă într-un reactor care conține catalizatorul de hidrogenare 2 volume hidrogen și 0,5 volume etenă, la 25 atm. Care va fi presiunea la sfîrșitul hidrogenării, la aceeași temperatură?*



$$\begin{array}{lll} C_2H_4 & + \; H_2 \longrightarrow & C_2H_6 \\ 1 \text{ vol} & 1 \text{ vol} & 1 \text{ vol} \end{array}$$

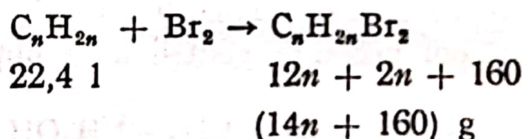
Inițial avem, conform datelor problemei, $V_1 = 2{,}5$ volume de gaz și presiunea $p_1 = 25$ atm.

Din ecuația reacției reiese că cele 0,5 volume etenă vor reacționa cu 0,5 volume hidrogen și se vor obține 0,5 volume de etan, rămînînd 1,5 volume de hidrogen care nu reacționează.

Rezultă că final în interiorul aceluiași reactor vor fi $V_2 = 2$ volume de gaz, presiunea fiind p_2. Cum temperatura rămîne neschimbată, dacă inițial 2,5 volume de gaz sînt la presiunea $p_1 = 25$ atm, presiunea p_2 exercitată asupra a 2 volume de gaz va fi:

$$p_2 = \frac{25 \cdot 2}{2{,}5} = 20 \text{ atm.}$$

411. *Prin reacția a 0,5 l de alchenă gazoasă (măsurați în condiții normale) cu un exces de apă de brom s-au obținut 4,51 g produs de adiție. Care este formula moleculară a alchenei?*



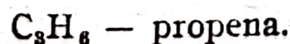
$$\begin{array}{lll} C_nH_{2n} & + \; Br_2 \rightarrow & C_nH_{2n}Br_2 \\ 22{,}4 \text{ l} & & 12n + 2n + 160 \\ & & (14n + 160) \text{ g} \end{array}$$

La 1 mol (22,4 l) alchenă, conform ecuației reacției, corespunde 1 mol $(14n + 160)$ g de produs de adiție. Reacționînd 0,5 l C_nH_{2n}, se obține:

$$\frac{0{,}5 \cdot (14n + 160)}{22.4} \text{ g produs de adiție.}$$

Admițînd randamentul reacției 100%, putem scrie:

$$\frac{0{,}5 \cdot (14n + 160)}{22{,}4} = 4{,}51$$



$$(14\,n + 160) \cdot 0{,}5 = 22{,}4 \quad 4{,}51$$

Rezolvînd ecuația rezultă:

$$n = 3$$

Formula moleculară a alchenei este deci:

$$C_3H_6 \text{ — propena.}$$

412. *Cunoscînd că densitatea etenei în raport cu aerul este 0,97 să se calculeze masa sa moleculară.*

Răspuns: 28

413. *1 l de etenă, în condiţii normale, are masa 1,2605 g. Ce presiune este necesară la aceeaşi temperatură, pentru ca 1 l să aibă masa de 1 g.*

Răspuns: 602,9 mm Hg.

414. *Vrem să preparăm 2,8 l etenă măsuraţi la temperatura de 15° şi presiunea 700 mm Hg prin deshidratarea etanolului. Să se calculeze:*

a) *masa de alcool necesară;*

b) *volumul de oxigen, măsurat în condiţii normale, necesar arderii complete a etenei.*

Răspuns: a) 4,9 g CH_3-CH_2OH; *b)* 7,2 l O_2

415. *Se prepară 448 m³ de propenă prin cracarea catalitică a propanului. Dacă randamentul reacţiei este 40% să se calculeze cantitatea de propan ce a fost folosită.*

Răspuns: 2,2 t $H_3C-CH_2-CH_3$

416. *Se trece o scînteie electrică printr-un amestec de 10 cm³ alchenă şi 40 cm³ oxigen. După condensarea apei formate rămîn 30 cm³ de gaz, din care 20 cm³ sînt absorbiţi de o soluţie de hidroxid de potasiu, iar restul de 10 cm³ este oxigen, care poate fi absorbit de pirogalol în prezenţa hidroxidului de potasiu. Din aceste date să se determine formula moleculară a alchenei.*

Răspuns: C_2H_4

417. *Se absorb în întregime 14 g de etenă în apă de brom 2%. Se cere:*

a) *cantitatea de dibrometan obţinută;*

b) *cantitatea de apă de brom folosită în reacţie.*

Răspuns: a) 94 g $\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}}$

b) 4 kg apă de brom

418. *Prin polimerizarea etenei se obţin 100 kg polietenă care are masa moleculară 33 600. Să se calculeze:*

a) *masa de etenă necesară;*

b) *gradul de polimerizare.*

Răspuns: a) 100 kg $H_2C=CH_2$; *b)* n = 1 200

419. *Se folosesc pentru obţinerea polistirenului 208 kg de stiren. Dacă gradul de polimerizare este 10 000 să se determine masa de polistiren obţinută.*

Răspuns: 208 kg $-\underset{C_6H_5}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{C_6H_5}{\underset{|}{CH}}-$

XXIV. **Alchine**

420. *În cuptorul cu arc electric, din 500 m^3 de metan, s-a obținut un amestec de gaze care conține în volume 12% acetilenă, 10% metan și restul hidrogen. Să se determine:*

a) volumul de gaze care ies din cuptor;

b) cît metan s-a transformat în acetilenă, cît s-a descompus în elemente și cît a rămas netransformat (în procente);

c) care este cantitatea de carbon depusă la ieșirea din cuptor.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.

a) Să notăm cu x volumul amestecului de gaze care iese din cuptor. Din acesta $\frac{12}{100}x$ este acetilenă, $\frac{10}{100}x$ metan și $\frac{78}{100}x$ hidrogen.

Volumul de metan care se transformă este deci:

$$500 - \frac{10}{100}x.$$

În cuptor au loc reacțiile:



$$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2 \qquad (1)$$



$$\underset{22{,}4\ l}{CH_4} \longrightarrow \underset{12\ g}{C} + 2\,H_2 \qquad (2)$$

Din aceste ecuații rezultă că din 3 kmoli (3 22,4 m^3) CH_4 se obțin 6 kmoli (6 22,4 m^3) gaze; iar din datele problemei, din $500 - \frac{10}{100}x$ m^3 CH_4 rezultă $\frac{90}{100}x$ m^3 gaze.

Putem deci scrie:

$$3 \cdot 22{,}4 \cdot \frac{90}{100}x = 6 \quad 22{,}4 \left(500 - \frac{10}{100}x\right)$$

$$\frac{90}{100}x = 2\left(500 - \frac{10}{100}x\right)$$

Rezolvînd ecuația rezultă:

$$x = 909{,}09.$$

Se mai poate ajunge la acest rezultat scriind că raportul între volumul de CH_4 care se transformă și volumul de gaze care rezultă este egal cu raportul coeficienților stoechiometrici ai reacției:

$$\frac{500 - \frac{10}{100}x}{\frac{90}{100}x} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

de unde $x = 909{,}09$

Înlocuind în expresia care dă volumul de acetilenă obținut necunoscuta x prin valoarea sa, rezultă volumul:

$$\frac{12}{100} \; 909{,}09 = 109{,}09 \text{ m}^3 \; C_2H_2$$

b) Volumul de metan transformat pentru obținerea acestei cantități de acetilenă se obține ținînd seama că după ecuația (1) la 2 kmoli (2 22,4 m³) CH_4 corespunde 1 kmol (22,4 m³) C_2H_2:

$$\frac{109{,}09 \cdot 2 \cdot 22{,}4}{22{,}4} = 218{,}18 \text{ m}^3 \; CH_4$$

În procente acesta este:

$$\frac{218{,}18 \cdot 100}{500} = 43{,}6\% \; CH_4 \text{ transformat.}$$

— Volumul de metan netransformat:

$$\frac{10}{100}\, x = \frac{10}{100} \cdot 909{,}09 = 90{,}099 \text{ m}^3 \; CH_4$$

ceea ce face în procente:

$$\frac{90{,}909 \cdot 100}{500} = 18{,}18\% \; CH_4 \text{ netransformat.}$$

— Volumul de metan care s-a descompus în elemente:

$$500 - (218{,}18 + 90{,}909) = 190{,}911 \text{ m}^3 \; CH_4,$$

iar în procente:

$$\frac{190{,}911 \cdot 100}{500} = 38{,}2\% \; CH_4 \text{ descompus în elemente.}$$

c) Din ecuația (2) reiese că din $22{,}4 \cdot 10^{-3}$ m³ CH_4 rezultă 12 g C. Volumul de metan descompus în elemente fiind 190,911 m³, din el se obține:

$$\frac{190{,}911 \cdot 12}{22{,}4 \cdot 10^3} = 0{,}10 \text{ g C.}$$

421. *Masa unei butelii cu acetilenă folosită la sudura autogenă s-a micșorat după 1 oră de întrebuințare cu 500 g. Să se calculeze:*

a) volumul de acetilenă folosit;

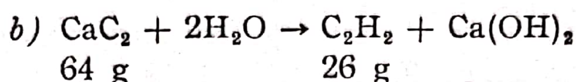
b) masa de carbură de calciu care ar fi fost necesară pentru prepararea acestui volum de acetilenă;

c) volumul de aer necesar arderii acetilenei.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

a) 1 mol (26 g) C_2H_2 ocupă în condiții normale, volumul molar $V = 22{,}4$ l. Volumul de acetilenă care corespunde la 500 g C_2H_2 folosită este:

$$\frac{500 \cdot 22{,}4}{26} = 430{,}8 \text{ l } C_2H_2$$

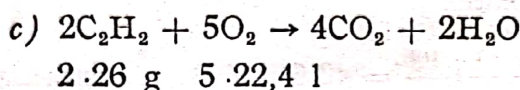


b) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

64 g — 26 g

Din ecuația reacției rezultă că pentru obținerea a 1 mol (26 g) C_2H_2 este necesar 1 mol (64 g) CaC_2. Pentru prepararea a 500 g folosim:

$$\frac{500 \cdot 64}{26} = 1\,230{,}7 \text{ g } CaC_2$$



c) $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$

$2 \cdot 26$ g — $5 \cdot 22{,}4$ l

Pentru arderea a 2 moli ($2 \cdot 26$ g) C_2H_2 sînt necesari 5 moli ($5 \cdot 22{,}4$ l) O_2. Volumul de oxigen necesar arderii a 500 g C_2H_2 este:

$$\frac{500 \cdot 5 \cdot 22{,}4}{2 \cdot 26} = 1\,077 \text{ l } O_2$$

Aerul conținînd 21% O_2 în volume, volumul de aer necesar arderii acetilenei va fi:

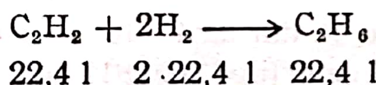
$$\frac{1\,077 \cdot 100}{21} = 5\,128{,}5 \text{ l aer.}$$

422. *S-au obținut 50 cm³ de etan prin hidrogenarea catalitică a unui volum de acetilenă. Se cere:*

a) volumul celor două gaze care au participat la reacție;

b) ce cantitate de carbură de calciu de puritate 80% a fost necesară pentru prepararea acetilenei folosite.

Volumele gazelor sînt măsurate în condiții normale de temperatură și presiune.



$C_2H_2 + 2H_2 \longrightarrow C_2H_6$

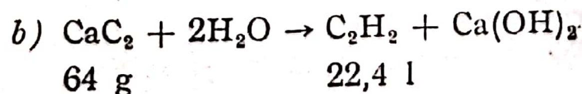
22,4 l — $2 \cdot 22{,}4$ l — 22,4 l

a) Din ecuația reacției rezultă că se obține 1 mol (22,4 l) etan prin reacția a 1 mol (22,4 l) acetilenă cu 2 moli ($2 \cdot 22{,}4$ l) hidrogen.

Volumele de C_2H_2 și de H_2 care participă la reacție pentru obținerea a 50 cm³ etan sînt:

$$\frac{50 \cdot 22\,400}{22\,400} = 50 \text{ cm}^3\ C_2H_2$$

$$\frac{50 \cdot 2 \cdot 22\,400}{22\,400} = 100 \text{ cm}^3\ H_2$$



b) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

64 g — 22,4 l

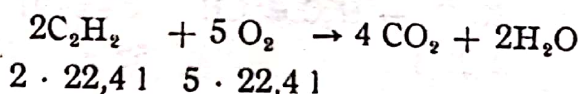
Din ecuaţia reacţiei reiese că pentru obţnereia a unui mol (22,4 l) acetilenă este necesar să reacţioneze cu apa 1 mol (64 g) carbură de calciu. Cantitatea de CaC_2 necesară pentru prepararea a 0,050 l C_2H_2 este:

$$\frac{0,050 \quad 64}{22,4} = 0,143 \text{ g } CaC_2$$

Ţinînd seama că se foloseşte CaC_2 cu puritatea 80%, carbura de calciu necesară va fi

$$0,143 \quad \frac{100}{80} = 0,178 \text{ g } CaC_2 \ 80\%$$

423. *Se amestecă 89,6 l de acetilenă cu 44,8 l dintr-o altă hidrocarbură gazoasă. Pentru arderea amestecului au fost necesari 313,6 l de oxigen. Toate aceste gaze fiind măsurate în condiţii normale se cere să se stabilească formula moleculară a celei de a doua hidrocarburi.*



$$\begin{matrix} 2C_2H_2 & + 5\,O_2 & \rightarrow 4\,CO_2 + 2H_2O \\ 2 \cdot 22,4 \text{ l} & 5 \cdot 22,4 \text{ l} & \end{matrix}$$

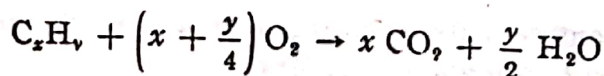
Pentru arderea a 2 moli (2 22,4 l) acetilenă sînt necesari 5 moli (5 22,4 l) O_2. Cantitatea de O_2 necesară arderii a 89,6 l C_2H_2 este:

$$\frac{89,6 \cdot 5 \cdot 22,4}{2 \cdot 22,4} = 224 \text{ l } O_2$$

Cantitatea de oxigen rămasă pentru arderea celeilalte hidrocarburi:

$$313,6 - 224 = 89,6$$

Fie C_xH_y formula celei de a doua hidrocarburi. Reacţia de ardere a acesteia este:



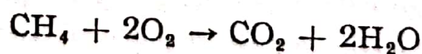
$$C_xH_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}\,H_2O$$

Între volumul hidrocarburii şi al oxigenului necesar arderii sale există raportul $\frac{44,8}{89,6} = \frac{1}{2}$, raport egal cu raportul coeficienţilor stoechiometrici ai reacţiei. Deci putem scrie:

$$\frac{1}{x + \frac{y}{4}} = \frac{44,8}{89,6} = \frac{1}{2}$$

Considerînd $x = 1$ obţinem $y = 4$.

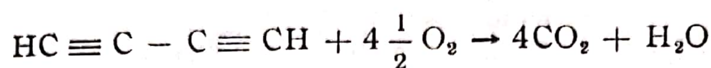
Rezultă că formula hidrocarburii este CH_4. Cum din reacţia de ardere a metanului



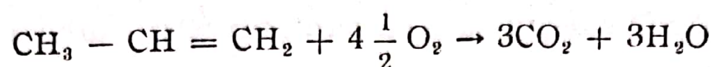
$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

reiese că raportul între volumul de metan şi volumul de oxigen necesar arderii este 1 : 2, formula moleculară CH_4 este justă.

Problema se rezumă la a afla natura unei hidrocarburi din oxigenul necesar arderii complete. Acest gen de problemă nu are o soluţie univocă : pot exista hidrocarburi foarte diferite ce ard cu aceeaşi cantitate de oxigen, de exemplu :



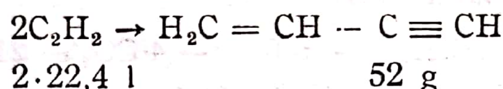
$$HC \equiv C - C \equiv CH + 4\frac{1}{2}O_2 \rightarrow 4CO_2 + H_2O$$



$$CH_3 - CH = CH_2 + 4\frac{1}{2}O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$$

La metan, cu conţinut maxim posibil de hidrogen, şi în alte cazuri simple, metoda se poate aplica.

424. *Ce masă de vinilacetilenă se va obţine prin polimerizarea, în prezenţa unui catalizator, a 336 l acetilenă, măsuraţi la 0° şi 1 atm, admiţînd că reacţia are randamentul 90%.*



$$\begin{matrix} 2C_2H_2 \rightarrow H_2C = CH - C \equiv CH \\ 2 \cdot 22{,}4\ l \qquad\qquad\qquad 52\ g \end{matrix}$$

Prin polimerizarea a 2 moli (2·22,4 l) acetilenă se obţine 1 mol (52 g) vinilacetilenă. Masa de vinilacetilenă care se obţine prin polimerizarea completă a 336 l C_2H_2 este:

$$\frac{336 \cdot 52}{2 \cdot 22{,}4} = 390\ \text{g vinilacetilenă}$$

Deoarece randamentul reacţiei este 90%, cantitatea de vinilacetilenă rezultată va fi:

$$\frac{390 \cdot 90}{100} = 351\ \text{g}$$

425. *O hidrocarbură conţine 7,69% hidrogen şi are masa moleculară 26. Se cere :*
a) să se stabilească formula moleculară ;
b) să se calculeze volumul de oxigen necesar pentru arderea a 1 m³ din această hidrocarbură ;
c) să se determine volumul bioxidului de carbon obţinut şi masa vaporilor de apă formaţi.
Volumele gazelor sînt măsurate la 0° şi 1 atm.

Răspuns : a) C_2H_2; *b)* 2,5 m³ O_2; *c)* 2 m³ CO_2; 803 g H_2O

426. *Asupra carburii de calciu acţionează apă în exces ; gazul obţinut ocupă un volum de 12 l (la 0° şi 1 atm). Să se calculeze :*
a) masa de carbură de calciu folosită ;
b) masa minimă de clor care poate adiţiona la gazul rezultat ;
c) volumul de acid sulfuric 1 n care poate neutraliza reziduul rămas la tratarea carburii de calciu cu apă.

Răspuns : a) 34,2 g CaC_2; *b)* 76 g Cl_2; *c)* 536 cm³ H_2SO_4

427. *a) Se descompun termic 200 kg carbonat de calciu. Calculaţi masa gazului degajat şi volumul pe care-l ocupă acest gaz în condiţii normale.*
b) Reziduul solid rezultat este încălzit în cuptorul electric cu un exces de carbon. Care este masa compusului solid care se obţine?
c) Acest produs este tratat cu apă. Să se determine masa şi volumul (la 0° şi 1 atm) al gazului degajat.
Presupunem că s-au folosit substanţe pure şi reacţiile sînt totale.

Răspuns: a) 88 kg sau 44,8 m^3 CO_2; *b)* 128 kg CaC_2; *c)* 52 kg sau 44,8 m^3 C_2H_2

428. *Asupra a 400 g carbură de calciu de 80% puritate acţionează apă în exces. Să se determine:*
a) volumul de acetilenă format (la 0° şi 1 atm);
b) masa de acetat de vinil ce se obţine din acetilenă prin adiţia acidului acetic.

Răspuns: a) 112 l C_2H_2; *b)* 430 g $CH_2=CH-OCOCH_3$

429. *Un amestec de metan şi acetilenă ocupă un volum de 120 cm³. Prin arderea completă a acestui gaz se obţin 168 cm³ de gaz care poate fi absorbit în soluţie de hidroxid de potasiu. Care este compoziţia amestecului în volume şi în mase? Volumele gazelor sînt măsurate în condiţii normale de temperatură şi presiune.*

Răspuns: CH_4: 72 cm^3 sau 51,4 mg;
C_2H_2: 48 cm^3 sau 55,6 mg

430. *Se polimerizează acetilena la 600—800° şi se obţine benzen. Admiţînd că reacţia este totală, ce volum de benzen se obţine dacă acetilena se prepară din 10 kg carbură de calciu de 80% puritate şi densitatea benzenului este 0,9 g/cm³?*

Răspuns: 3,6 l C_6H_6

XXV. Hidrocarburi aromatice

431. *Prin analiză elementară s-a constatat că 100 g dintr-o substanţă organică conţin 92,31 g carbon şi 7,69 g de hidrogen. Să se determine formula moleculară, ştiind că densitatea vaporilor acestei substanţe în raport cu aerul este 2,71.*

Conţinutul procentual în carbon şi hidrogen al substanţei este:

$$C\% = 92,31 \text{ şi } H\% = 7,69$$

După legea lui Avogadro, masa moleculară apropiată a substanţei este:

$$M = 28,9 \quad d = 28,9 \quad 2,71 = 78$$

Fie C_xH_y formula moleculară a substanţei. Compoziţia moleculară a substanţei este:

$$\text{Carbon: } 12x$$
$$\text{Hidrogen: } y$$

Scriem că există proporţionalitate între compoziţia moleculară şi compoziţia procentuală:

$$\frac{12x}{92,31} = \frac{y}{7,69} = \frac{12x + y}{100} = \frac{M}{100} = \frac{78}{100}$$

de unde:

$$x = \frac{78 \cdot 92,31}{1\,200} \approx 6$$

$$y = \frac{78 \cdot 7,69}{100} \approx 6$$

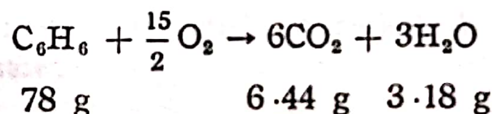
Substanţa organică cu formula moleculară C_6H_6 este benzenul.

432. *La arderea completă a unei mase oarecare de benzen s-au obţinut 13,2 g bioxid de carbon. Să se calculeze:*

a) masa de benzen folosită în reacţie şi masa vaporilor de apă rezultaţi;

b) ce cantitate de căldură se obţine prin această ardere a benzenului dacă puterea calorică a sa este 10 000 kcal/kg?

a) Din ecuaţia de ardere a benzenului:



$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$
$$78\text{ g} \qquad\qquad 6 \cdot 44\text{ g} \quad 3 \cdot 18\text{ g}$$

reiese că din 1 mol (78 g) C_6H_6 rezultă prin ardere 6 moli (6 · 44 g) CO_2. Masa de benzen folosită pentru a se obţine 13,2 g CO_2 este:

$$\frac{78 \cdot 13,2}{6 \cdot 44} = 3,9\text{ g } C_6H_6,$$

iar masa vaporilor de apă rezultaţi:

$$\frac{3,9 \cdot 3 \cdot 18}{78} = 2,7\text{ g } H_2O$$

b) Cantitatea de căldură Q obţinută prin arderea unui combustibil se calculează folosind formula:

$$Q = m \cdot q$$

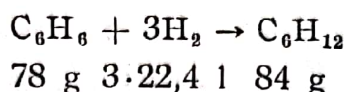
unde m — masa de combustibil, iar q — puterea calorică.

Prin arderea a 0,0039 kg benzen se degajă:

$$Q = 0,0039 \cdot 10\,000 = 39\text{ kcal.}$$

433. *La prepararea ciclohexanului prin hidrogenarea catalitică a benzenului s-au folosit 60 l de hidrogen, măsurați în condiții normale. Să se calculeze :*
a) volumul de benzen care s-a întrebuințat, știind că densitatea sa este 0,9 g/cm³;
b) masa de ciclohexan obținută.

Scriem reacția de hidrogenare catalitică a benzenului:



$$C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$$
$$78 \text{ g} \quad 3 \cdot 22{,}4 \text{ l} \quad 84 \text{ g}$$

Din această ecuație a reacției reiese că 3 moli (3 ·22,4 l) de hidrogen reacționează cu 1 mol (78 g) de benzen și rezultă 1 mol (84 g) de ciclohexan.

a) Utilizîndu-se 60 l de hidrogen, cantitatea de benzen intrată în reacție este:

$$\frac{60 \cdot 78}{3 \cdot 22{,}4} \text{ g } C_6H_6$$

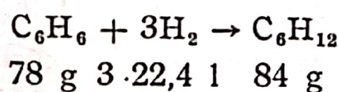
Cum densitatea benzenului este 0,9 g/cm³, volumul de benzen va fi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{60 \cdot 78}{3 \cdot 22{,}4 \cdot 0{,}9} = 77{,}4 \text{ cm}^3 \ C_6H_6$$

b) Cantitatea de ciclohexan obținută este:

$$\frac{60 \cdot 84}{3 \cdot 22{,}4} = 75 \text{ g } C_6H_{12}$$

434. *Cîți litri de hidrogen măsurați la 20°C și 5 atm sînt necesari pentru obținerea a 20 g ciclohexan prin hidrogenarea benzenului, dacă randamentul reacției este 80%?*



$$C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$$
$$78 \text{ g} \quad 3 \cdot 22{,}4 \text{ l} \quad 84 \text{ g}$$

Din ecuația reacției se observă că pentru obținerea a 1 mol (84 g) C_6H_{12} trebuie să intre în reacție 1 mol (78 g) benzen cu 3 moli (3·22,4 l) hidrogen.

Volumul de hidrogen necesar obținerii în condiții normale a 20 g C_6H_{12} este:

$$\frac{20 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{84} = 16 \text{ l } H_2$$

și ținînd seama că randamentul reacției este 80% :

$$\frac{16 \cdot 100}{80} = 20 \text{ l } H_2$$

Volumul de hidrogen necesar, măsurat la 20° și 5 atm, îl obținem folosind ecuația gazelor:

$$pV = \frac{p_0V_0}{273}(273 + t), \text{ de unde } V = \frac{p_0V_0}{273\,p}(273 + t)$$

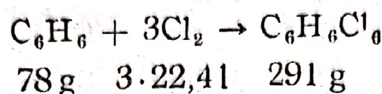
$$V = \frac{1 \cdot 20}{273 \cdot 5}(273 + 20) = 4{,}2 \text{ l } H_2$$

435. *Clorul se adiționează la benzen, în prezența luminii, și se obține hexaclorciclohexanul. Dacă se folosește 1 l de benzen cu densitatea 0,9 g/cm³ să se calculeze:*

a) masa de hexaclorciclohexan ce se obține;

b) volumul de clor, măsurat la 0° și 1 atm, intrat în reacție.

Are loc reacția:



$$C_6H_6 + 3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6$$
$$78\ g \quad 3 \cdot 22{,}4\ l \quad 291\ g$$

Masa benzenului intrat în reacție este:

$$m = V \cdot \rho = 1\,000 \cdot 0{,}9 = 900\ g$$

a) Din ecuația reacției rezultă că din 1 mol (78 g) C_6H_6 se obține 1 mol (291 g) $C_6H_6Cl_6$ Masa de hexaclorciclohexan obținut din 900 g C_6H_6 va fi:

$$\frac{900 \cdot 291}{78} = 3357{,}7\ g\ C_6H_6Cl_6$$

b) Cum pentru clorurarea a 1 mol (78 g) C_6H_6 sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) Cl_2 volumul de clor intrat în reacție cu 900 g C_6H_6 este:

$$\frac{900 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{78} = 775{,}4\ l\ Cl_2$$

436. *Prin dizolvarea a 17,8 g antracen în 400 g etanol, temperatura de fierbere s-a ridicat cu 0,29°. Să se determine masa moleculară a antracenului cunoscînd că constanta ebulioscopică a etanolului* $K_e = 1{,}16$.

Aplicăm legea referitoare la ebulioscopie, exprimată prin formula:

$$\Delta t = K_e \frac{1\,000}{M} c \text{ de unde } M = K_e \frac{1\,000}{\Delta t} c$$

unde concentrația *c* este raportul dintre masa substanței dizolvate și masa de solvent lichid.

În cazul problemei $c = \frac{17{,}8}{400} = 0{,}045$, iar $\Delta t = 0{,}29°$.

Rezultă că masa moleculară a antracenului este:

$$M = \frac{1{,}16 \cdot 1\,000 \cdot 0{,}045}{0{,}29} = 178$$

437. *O hidrocarbură conține 7,6% hidrogen și are masa moleculară 78. Să se stabilească formula moleculară. Care este volumul de aer (la 0° și 1 atm) necesar arderii complete a 10 cm³ din această hidrocarbură ce are densitatea 0,9 g/cm³?*

Răspuns: C_6H_6; 92 l aer

438. *Prin arderea completă a unei mase oarecare de benzen s-au obținut 27 g vapori de apă. Să se determine :*
a) masa de benzen folosită;
b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiții normale.

Răspuns : a) 39 g C_6H_6; *b)* 67,2 l CO_2

439. *Câți litri de hidrogen măsurati la 10° și 25 atm trebuie pentru hidrogenarea a 50 g naftalină în decahidronaftalină (decalină). Dacă randamentul hidrogenării este 75%, să se calculeze cantitatea de decalină care rezultă.*

Răspuns : 1,8 l H_2; 40,4 g $C_{10}H_{18}$

440. *Prin reacția Friedel-Crafts se combină etena cu benzenul și dă etilbenzen. Acesta prin dehidrogenare dă stirenul. Dacă se obțin 520 kg stiren să se calculeze :*
a) volumul de etenă necesară, măsurat la 0° și 1 atm ;
b) volumul și masa benzenului care a participat la reacție, știind că densitatea benzenului este 0,9 g/cm³.

Răspuns : a) 112 m³ etenă ; *b)* 433,3 l sau 390 kg C_6H_6

441. *Benzenul reactionează cu acidul sulfuric concentrat și dă acidul benzensulfonic. Dacă participă la reacție 1 l de benzen cu densitatea 0,9 g/cm³ se cere ;*
a) masa de acid sulfuric necesar reacției ;
b) masa acidului benzensulfonic care rezultă.

Răspuns : a) 1130,7 g H_2SO_4 ; *b)* 18,2 g $C_6H_5-SO_3H$

442. *Prin arderea a 3 g de antracen s-au obținut 5,2 l de bioxid de carbon, măsurați în condiții normale. Să se determine compoziția procentuală.*

Răspuns : 94,6% C ; 5,4 % H

443. *Prin dizolvarea a 6,18 g naftalină în 150 g benzen s-a găsit că depresiunea punctului de topire este 1,67°. Să se calculeze masa moleculară a naftalinei.*

Răspuns : 128

444. *Prin analiza elementară a unei hidrocarburi din seria benzenului s-au obținut prin arderea a 0,56 g substanță 1,85 g bioxid de carbon și 0,50 g de apă. Densitatea în raport cu aerul a vaporilor substanței este 4. Să se determine :*
a) compoziția procentuală ;
b) formula moleculară :
c) formulele structurale ce corespund acestei formule.

Răspuns : a) C% = 90,1 ; H% = 9,9 ; *b)* C_9H_{12} ; *c)* $C_6H_3(CH_3)_2$ trimetilbenzen (3 izomeri) ;

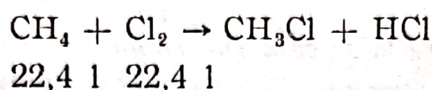
C_6H_4 (CH_3, C_2H_5) metiletilbenzen (3 izomeri)

și C_6H_5 C_3H_7 propilbenzen (2 izomeri)

445. *Se prepară clorură de metil prin reacția dintre clor și metan. Dintr-un recipient cu capacitatea de 40 l conținînd 380,5 g clor la 0° și 3 atm se scoate cantitatea de clor necesară halogenării a 11,12 l metan măsurat la 0° și 10 atm în clor-metan. Să se determine:*

a) cantitatea de clor în grame care s-a scos din recipient;

b) presiunea gazului rămas.



$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$
$$22{,}4\ l \quad 22{,}4\ l$$

a) Volumul de metan intrat în reacție, măsurat la 0° și 10 atm, este 11,12 l. Folosind formula:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \text{ de unde } V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2}$$

obținem volumul de CH_4 măsurat în condiții normale (0° și 1 atm).

$$V_2 = \frac{11{,}12 \cdot 10}{1} = 111{,}2\ l\ CH_4$$

Conform ecuației reacției, în condiții normale, pentru halogenarea a 1 mol (22,4 l) CH_4 este necesar 1 mol (22,4 l) Cl_2. Deci volumul de clor, măsurat în condiții normale, care intră în reacție cu cei 111,2 l CH_4 este:

$$\frac{111{,}2 \cdot 22{,}4}{22{,}4} = 111{,}2\ l\ Cl_2$$

Cum 22,4 l Cl_2, în condiții normale, au masa 71 g, rezultă că masa de clor care s-a scos din recipient este:

$$\frac{111{,}2 \cdot 71}{22{,}4} = 354\ g\ Cl_2$$

b) În recipient au rămas:

$$380{,}5 - 354 = 36{,}5\ g\ Cl_2$$

care ocupă volumul de 40 l.

Presiunea exercitată de acest gaz asupra pereților recipientului o putem, de exemplu, afla folosind ecuația de stare a gazelor:

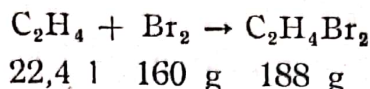
$$pV = \frac{m}{M}RT, \text{ de unde } p = \frac{m}{VM}RT$$

$$R = 0{,}082\ l \cdot \text{atm/grad} \cdot \text{mol și } T = 273\,°K$$

Rezultă

$$p = \frac{36{,}5}{40 \cdot 71}\ 0{,}082 \cdot 273 = 0{,}27\ \text{atm}.$$

446. *Cît brom poate adiționa 11,2 l etenă (la 0° și 1 atm) ? Ce randament a avut reacția de halogenare dacă s-au obținut 85 g dibrometan?*



$$C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$$
$$22{,}4\ l \quad 160\ g \quad 188\ g$$

Conform cu ecuația reacției, dacă 1 mol (22,4 l) C_2H_4 reacționează cu 1 mol (160 g) Br_2 11,2 l C_2H_4 vor necesita 80 g.

Reacționînd 1 mol (22,4 l) C_2H_4 se obține un mol (188 g) $C_2H_4Br_2$. Cantitatea de dibrometan care rezultă prin bromurarea a 11,2 l C_2H_4 este:

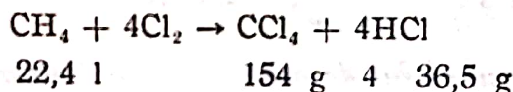
$$\frac{11{,}2 \cdot 188}{22{,}4} = 94\ g\ C_2H_4Br_2$$

Dacă din reacție se obțin numai 85 g $C_2H_4Br_2$, randamentul reacției va fi:

$$\frac{85 \cdot 100}{94} = 90{,}4\%$$

447. *Se fabrică 100 kg tetraclorură de carbon prin clorurarea metanului. Să se calculeze:*
a) ce volum de metan, măsurat în condiții normale, este necesar;
b) cantitatea de acid clorhidric 28%, cu densitatea $\rho = 1{,}171\ g/cm^3$, *care se poate obține.*

Are loc reacția:



$$CH_4 + 4Cl_2 \rightarrow CCl_4 + 4HCl$$
$$22{,}4\ l \qquad 154\ g \quad 4 \cdot 36{,}5\ g$$

a) Prin reacția a 1 mol (22,4 l) de CH_4 cu Cl_2 se obține 1 mol (154 g) CCl_4. Volumul de metan necesar obținerii a 100 kg CCl_4 este:

$$\frac{100 \cdot 22{,}4}{154} = 14{,}5\ m^3\ CH_4.$$

b) Din ecuația reacției mai reiese că obținîndu-se 1 mol (154 g) CCl_4 rezultă și 4 moli (4 · 36,5 g) HCl. Cantitatea de HCl obținută la fabricarea a 100 kg CCl_4 va fi:

$$\frac{100 \cdot 4 \cdot 36{,}5}{154} = 93{,}5\ kg\ HCl.$$

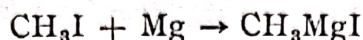
Cum concentrația HCl este 28%, cantitatea de HCl este:

$$\frac{93{,}5 \cdot 100}{28} = 333{,}9\ kg\ HCl\ 28\%.$$

Volumul de soluție HCl 28% va fi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{339{,}9}{1{,}171} = 285{,}1\ l\ \text{soluție HCl 28\%}.$$

448. *Compusul organo-magnezian, iodură de metil-magneziu, preparat din 30 g iodură de metil este tratat cu apă în exces. Ce volum, măsurat la 15 °C și 765 mm Hg, ocupă hidrocarbura rezultată?*



$$CH_3I + Mg \rightarrow CH_3MgI$$
$$141{,}8\ g$$



$$CH_3MgI + H_2O \rightarrow CH_4 + Mg(OH)I$$
$$22{,}4\ l$$

Din ecuațiile reacțiilor se observă că la 1 mol (141,8 g) CH_3I corespunde 1 mol CH_3MgI, din care prin tratare cu apă rezultă 1 mol (22,4 l) CH_4.

Volumul de CH_4 obținut, în condiții normale, din 30 g CH_3I este:

$$\frac{30 \cdot 22{,}4}{141{,}8} = 4{,}739\ l\ CH_4.$$

Folosind formula:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273}(273 + t)$$

obținem volumul de CH_4 măsurat la 15° și 765 mm Hg.

$$V = \frac{p_0 V_0}{273\, p}(273 + t) = \frac{760 \cdot 4{,}739}{273 \cdot 765}(273 + 15) = 5{,}7\ l\ CH_4$$

449. *Să se calculeze numărul de atomi de clor dintr-o moleculă a unui derivat halogenat al metanului, cunoscînd că densitatea vaporilor săi în raport cu aerul este 4,12 și că conținutul în clor este 89,1%.*

După legea lui Avogadro, masa moleculară a derivatului halogenat este:

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 4{,}12 = 119$$

Cum 100 g compus halogenat conține 89,1 g clor, la 119 g corespund:

$$\frac{119 \cdot 89{,}1}{100} = 105{,}9\ g\ clor.$$

Masa atomică a clorului fiind 35,5, numărul atomilor de clor dintr-o moleculă este:

$$\frac{105{,}9}{35{,}5} = 3.$$

Compusul halogenat, provenind prin halogenarea metanului, este $CHCl_3$.

450. *Un compus organic are compoziția procentuală; carbon 22,04%, hidrogen 4,63% și brom 73,33%. Să se stabilească formula moleculară.*

Răspuns: C_2H_5Br

451. *Să se calculeze masa moleculară a cloroformului, știind că 175 cm^3 de vapori la 91° și 728 mm Hg au masa 0,67 g.*

Răspuns: 119,5

452. *Care este formula cea mai simplă pe care o atribuim diclorbenzenului în urma analizei elementare care indică că are compoziția procentuală: 48,9% carbon, 2,8% hidrogen și 48,3% clor.*

Răspuns: C_3H_2Cl

453. *La prepararea tetraclorurii de carbon prin clorurarea metanului s-au folosit 112 m^3 (la 0° și 1 atm) de metan. Să se determine:*
a) masa tetraclorurii de carbon obținută;
b) cantitatea de acid clorhidric rezultată

Răspuns: a) 770 kg CCl_4; *b)* 730 kg HCl

454. *Reacționînd 1 mol de benzen cu 160 g de brom s-au obținut 125,6 g brombenzen. Cîte procente reprezintă acestea din randamentul teoretic.*

Răspuns: 80%

455. *Se obțin 625 kg clorură de vinil prin adiția acidului clorhidric la acetilenă. Să se determine volumul de acetilenă (la 0° și 1 atm) și masa de acid clorhidric care au participat la reacție.*

Răspuns: 224 m^3 C_2H_2; 365 kg HCl

456. *Ce masă de clorbenzen se va obtine pornind de la 1 l de benzen cu densitatea 0,9 g/cm³? Ce volum de clor este necesar, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune?*

Răspuns: 1,285 kg $C_6H_5—Cl$; 258,4 l CO_2

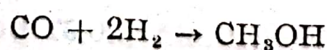
457. *Se încălzesc 15,6 g iodetan (iodură de etil) cu sodiu. Ce cantități de produse rezultă?*

Răspuns: 2,9 g butan; 15 g NaI

XXVII. Combinații hidroxilice organice (Alcooli și fenoli)

458. *Ce cantitate de metanol se obține din 20 l de gaz de sinteză măsurat la 300°C și 250 atm?*

Are loc reacția:



$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$$

Din ecuația reacției rezultă că din 3 moli (3 ·22,4 l) gaz de sinteză se obține 1 mol (32 g) metanol.

Volumul V_0 al gazului de sinteză, ocupat în condiții normale, folosit la prepararea metanolului, se obține din ecuația gazelor:

$$pV = \frac{p_0 V_0}{273}(273 + t)$$

de unde:

$$V_0 = \frac{pV\ 273}{p_0\ (273 + t)} = \frac{250 \cdot 20 \cdot 273}{1 \cdot (273 + 300)} = 2382{,}2\ \text{l}.$$

Cantitatea de metanol care rezultă din acest gaz de sinteză va fi:

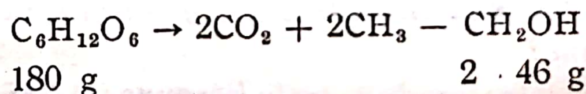
$$\frac{2\,382{,}2 \cdot 32}{3 \cdot 22{,}4} = 1\,134{,}4\ \text{g}\ CH_3OH.$$

459. *Se prepară etanolul pe două căi diferite, prin fermentarea glucozei și pornind de la etenă.*

a) Cîți litri de etanol de concentrație 94% se obține prin fermentarea a 1 kg de glucoză, dacă randamentul fermentației este 95%? Densitatea alcoolului obținut este 0,8 g/cm³.

b) Dacă pentru prepararea aceleiași cantități de etanol se pornea de la etenă ce volum de etenă ar fi fost necesară și ce cantitate de acid sulfuric ar fi intrat în reacție pentru obținerea produsului intermediar (sulfatul acid de etil), prin hidroliza căruia se obține etanolul?

a) Fermentația alcoolică decurge conform ecuației chimice:



$$\underset{180\ \text{g}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow 2CO_2 + \underset{2 \cdot 46\ \text{g}}{2CH_3 - CH_2OH}$$

Se observă că prin fermentarea a 1 mol (180 g) $C_6H_{12}O_6$ se obțin 2 moli (2·46 g) $CH_3{-}CH_2OH$. Cantitatea de alcool ce rezultă prin fermentarea a 1 kg glucoză este:

$$\frac{1\,000 \cdot 2 \cdot 46}{180} = 511\ \text{g}\ CH_3 - CH_2OH,$$

iar dacă randamentul este 95%

$$511\ \frac{95}{100} = 485{,}5\ \text{g}\ CH_3CH_2OH.$$

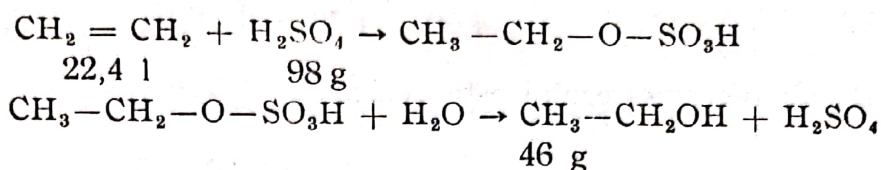
Ținînd seama de concentrația alcoolului rezultă:

$$\frac{485{,}5 \cdot 100}{94} = 456\ \text{g}\ CH_3{-}CH_2OH \text{ de concentrație } 94\%.$$

Cum $V = \frac{m}{\rho}$ obținem:

$$V = \frac{456}{0{,}8} = 570\ \text{cm}^3 = 0{,}57\ \text{l}\ CH_3{-}CH_2OH$$

b) Din ecuaţia reacţiei :



$$CH_2 = CH_2 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3 - CH_2 - O - SO_3H$$
$$22{,}4\ l \qquad 98\ g$$
$$CH_3 - CH_2 - O - SO_3H + H_2O \rightarrow CH_3 - CH_2OH + H_2SO_4$$
$$46\ g$$

reiese că dacă 1 mol (22,4 l) etenă reacţionează cu 1 mol (98 g) acid sulfuric, rezultă 1 mol de sulfat acid de etil şi 1 mol (46 g) etanol.

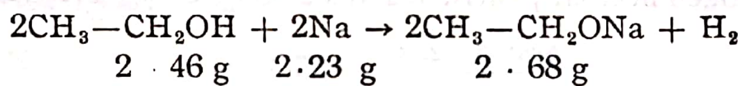
Cantitatea de acid sulfuric intrată în reacţie pentru a se obţine produsul intermediar, prin hidroliza căruia se obţine aceeaşi cantitate de alcool (485,5 g) ca la fermentaţia alcoolică a 1 kg glucoză, este :

$$\frac{485{,}5 \cdot 98}{46} = 1\,034{,}3\ g\ H_2SO_4,$$

iar volumul de etenă necesar :

$$\frac{485{,}5 \cdot 22{,}4}{46} = 236{,}4\ l\ C_2H_4.$$

460. *Se tratează 15,6 g etanol cu sodiu metalic. Să se stabilească :*
a) cantitatea de sodiu care intră în reacţie ;
b) masa de etoxid de sodiu rezultată.



$$2CH_3 - CH_2OH + 2Na \rightarrow 2CH_3 - CH_2ONa + H_2$$
$$2 \cdot 46\ g \qquad 2 \cdot 23\ g \qquad 2 \cdot 68\ g$$

a) Din ecuaţia reacţiei rezultă că 1 mol (23 g) Na reacţionează cu 1 mol (46 g) $CH_3 - CH_2OH$. Cantitatea de sodiu intrată în reacţie cu cei 15,6 g etanol este :

$$\frac{15{,}6 \cdot 23}{46} = 7{,}8\ g\ Na$$

b) Conform ecuaţiei reacţionînd 1 mol (23 g) Na cu etanolul se obţine 1 mol (68 g) etoxid. Cantitatea de etoxid de sodiu rezultat din recţia a 7,8 g Na este :

$$\frac{7{,}8 \cdot 68}{23} = 23{,}05\ g\ CH_3 - CH_2ONa.$$

461. *Se obţine un carburant prin amestecul a 6 l etanol cu 2 l de benzen.*

a) Admiţînd că amestecul celor două lichide se efectuează fără variaţie de volum, să se calculeze densitatea amestecului, ştiind că densitatea alcoolului este 0,78 g/cm³ şi a benzenului 0,88 g/cm³.

b) Să se calculeze volumul de aer necesar pentru a arde complet un litru de amestec.

a) Masa celor 6 litri de etanol :

$$m = V \cdot \rho = 6 \cdot 0{,}78 = 4{,}68\ kg$$

Masa a 2 litri de benzen : $2 \cdot 0{,}88 = 1{,}76$ kg

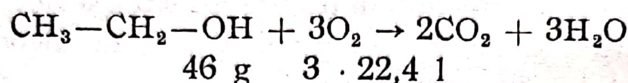
Masa a 8 litri de amestec:

$$4{,}68 + 1{,}76 = 6{,}44 \text{ kg}$$

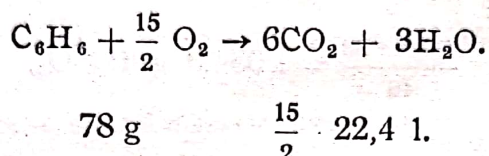
Densitatea amestecului este deci:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{6{,}44}{8} = 0{,}805 \text{ kg/dm}^3 = 0{,}805 \text{ g/cm}^3.$$

b) Scriem ecuaţiile de ardere ale etanolului şi benzenului:



$$\underset{46\text{ g}}{CH_3{-}CH_2{-}OH} + \underset{3\cdot 22{,}4\text{ l}}{3O_2} \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$



$$\underset{78\text{ g}}{C_6H_6} + \underset{\frac{15}{2}\cdot 22{,}4\text{ l.}}{\frac{15}{2}O_2} \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O.$$

Din aceste ecuaţii rezultă că pentru arderea a 1 mol (46 g) $CH_3{-}CH_2OH$ sînt necesari 3 moli (3 · 22,4 l) O_2, iar pentru 1 mol (78 g) C_6H_6 trebuiesc

$$\frac{15}{2} \text{ moli } \left(\frac{15}{2} \cdot 22{,}4 \text{ l}\right) O_2.$$

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 585 g $CH_3{-}CH_2OH$:

$$\frac{585 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{46} = 855 \text{ l } O_2.$$

Volumul de oxigen necesar pentru arderea a 220 g C_6H_6:

$$\frac{220 \cdot 3 \cdot 22{,}4}{78} = 474 \text{ l } O_2.$$

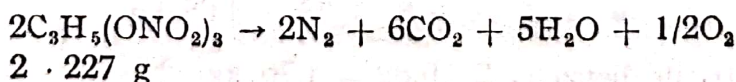
Volumul total de oxigen necesar pentru arderea a 1 l de amestec:

$$855 + 474 = 1\,329 \text{ l } O_2$$

Admiţînd că aerul conţine $\frac{1}{5}$ din volumul său oxigen, volumul de aer necesar pentru arderea completă a 1 l de amestec etanol-benzen este:

$$1\,329 \cdot 5 = 6\,645 \text{ l} = 6{,}645 \text{ m}^3$$

462. *Temperatura gazelor ce rezultă prin descompunerea explozivă a trinitratului de glicerină este 2 000°C. Să se calculeze presiunea care se produce în momentul cînd 500 g trinitrat explodează într-un recipient, cu pereţi groşi, de 5 l capacitate, apa la acestă temperatură fiind în stare gazoasă.*



$$\underset{2\cdot 227\text{ g}}{2C_3H_5(ONO_2)_3} \rightarrow 2N_2 + 6CO_2 + 5H_2O + 1/2O_2$$

Din ecuaţia reacţiei rezultă că prin arderea a 2 moli (2·227 g) de trinitrat de glicerină rezultă 14,5 moli (14,5 · 22,4 l) de amestec gazos. Prin explozia a 500 g trinitrat se vor obţine:

$$\frac{500 \cdot 14,5 \cdot 22,4}{2 \cdot 227} = 357,7 \text{ l amestec gazos.}$$

Volumul amestecului de gaze la 2 000 °C se obţine aplicînd legea Gay Lussac:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

$$V = 357,7(1 + 0,003667 \cdot 2\,000) = 2\,623,37 \text{ l.}$$

Pentru a determina presiunea care se produce în momentul exploziei celor 500 g trinitrat într-un recipient cu capacitatea 5 l, aplicăm legea Boyle-Mariotte:

$$p_1V_1 = p_2V_2, \text{ de unde:}$$

$$p_1 = \frac{p_2V_2}{V_1} = \frac{1 \cdot 2623,37}{5} = 524,63 \text{ atm.}$$

463. *Se oxidează în prezenţa acidului clorhidric 1,2 kg de izopropilbenzen. Să se calculeze:*

a) masa de fenol obţinută din reacţie;

b) masa acetonei care rezultă.

$$C_6H_5-CH(CH_3)_2 \xrightarrow{O_2} C_6H_5-C(CH_3)_2-O-O-H \longrightarrow C_6H_5-OH + CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$$

120 g — 94 g — 58 g

Din ecuaţia reacţiei reiese că prin oxidarea catalitică a 1 mol (120 g) izopropilbenzen rezultă 1 mol (94 g) fenol şi 1 mol (58 g) acetonă.

Participînd la reacţie 1,2 kg izopropilbenzen se vor obţine:

$$\frac{1,2 \cdot 94}{120} = 0,94 \text{ kg } C_6H_5-OH$$

$$\frac{1,2 \cdot 58}{120} = 0,580 \text{ kg } CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3.$$

464. *Să se determine volumele de oxid de carbon şi de hidrogen, măsurate în condiţii normale, care au intrat în reacţie, dacă s-au obţinut 2 m³ de metanol cu densitatea 0,79 g/cm³.*

Răspuns: 1 106 m^3 CO; 2 212 m^3 H_2

465. *Se fermentează cu drojdie de bere o soluție conținînd 60 kg glucoză. Care este masa etanolului obținut dacă admitem că toată glucoza s-a transformat în alcool? Ce volum de bioxid de carbon, măsurat în condiții normale s-a degajat în timpul fermentației?*

Răspuns: 30,7 kg CH_3-CH_2OH; 14,9 m^3 CO_2

466. *Se obține etanol din 56 l de etenă, măsurați în condiții normale de temperatură și presiune. Să se determine masa de alcool obținută.*

Răspuns: 115 g CH_3-CH_2OH

467. *Se realizează arderea completă a 10 g etanol. Să se calculeze:*

a) volumul de oxigen necesar arderii;

b) volumul de bioxid de carbon rezultat;

c) masa apei obținută.

Volumele gazelor sînt măsurate la 0° și 1 atm.

Răspuns: a) 14,6 l O_2; *b)* 9,74 l CO_2 *c)* 11,7 g H_2O

468. *Să se calculeze volumul de hidrogen, măsurat în condiții normale, obținut prin acțiunea a 2,3 g sodiu metalic asupra etanolului. Cît etoxid de sodiu rezultă?*

Răspuns: 1,12 l H_2; 6,8 g CH_3-CH_2ONa

469. *Ce masă de eter etilic se poate obține din 1,5 kg etanol 92%?*

Răspuns: 1,1 kg $(CH_3-CH_2)_2O$

470. *Ce volum de etenă, măsurat în condiții normale, este necesar pentru prepararea a 310 g glicol și care este masa produsului intermediar, etilenclorhidrina, care a participat la reacție, admițînd că reacțiile sînt cantitative.*

Răspuns: 112 l $H_2C=CH_2$; 370 g $Cl-CH_2-CH_2-OH$

471. *Din 200 cm^3 glicerină cu densitatea 1,25 g/cm^3, prin încălzirea cu acid sulfuric, se obține acroleină. Să se determine masa de acroleină și masa de apă rezultată din reacție.*

Răspuns: 152 g $H_2C=CH-CH=O$; 98 g H_2O

472. *Se obțin 470 kg de fenol prin oxidarea catalitică a izopropilbenzenului. Admițînd că randamentul este 90%, să se calculeze:*

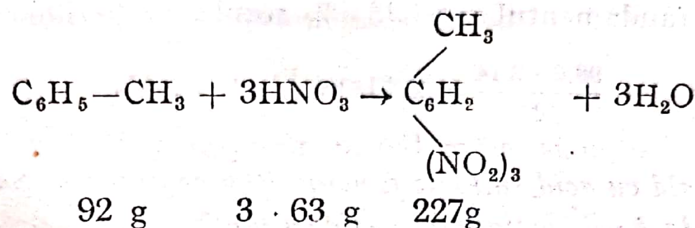
a) masa de izopropilbenzen necesară;

b) cantitatea de acetonă obținută.

Răspuns: a) 666,7 kg izopropilbenzen; *b)* 322,2 kg acetonă

XXVIII. Combinațiile organice ale azotului

473. *Se nitrcază 100 g toluen. Să se calculeze:*
a) cantitatea de acid azotic necesar;
b) masa de trinitrotoluen rezultat.



$$C_6H_5{-}CH_3 + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3 + 3H_2O$$

$$92\ g \qquad 3 \cdot 63\ g \qquad 227g$$

Din ecuația reacției rezultă că 1 mol (92 g) $C_6H_5{-}CH_3$ reacționează cu 3 moli (3·63 g) HNO_3 și rezultă 1 mol (227 g) trinitrotoluen.

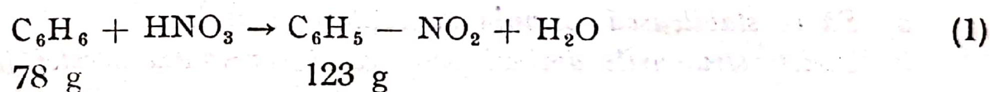
Cantitatea de HNO_3 necesar pentru nitrarea a 100 g toluen este:

$$\frac{100 \cdot 3 \cdot 63}{92} = 205{,}4\ g\ HNO_3,$$

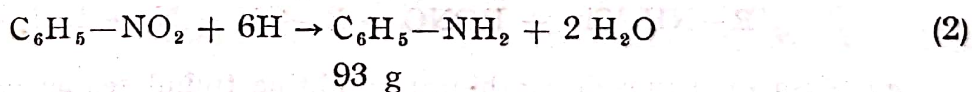
iar masa de trinitrotoluen rezultat:

$$\frac{100 \cdot 227}{92} = 246{,}7\ g\ C_6H_2CH_3(NO_2)_3$$

474. *Se nitrează 2 kg de benzen și se reduce nitrobenzenul obținut în mediu acid. Să se determine masa de anilină obținută dacă randamentul nitrării benzenului este 85%, iar al reducerii nitrobenzenului 98,6%.*



$$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5 - NO_2 + H_2O \qquad (1)$$
$$78\ g \qquad\qquad 123\ g$$



$$C_6H_5{-}NO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5{-}NH_2 + 2\ H_2O \qquad (2)$$
$$93\ g$$

Se observă, din ecuațiile reacțiilor, că la 1 mol (78 g) C_6H_6 corespunde 1 mol (123 g) $C_6H_5{-}NO_2$ și 1 mol (93 g) $C_6H_5{-}NH_2$.

Cantitatea de nitrobenzen obținută din 2 kg benzen este:

$$\frac{2 \cdot 123}{78} = 3{,}41\ kg\ C_6H_5{-}NO_2,$$

iar dacă randamentul nitrării este 85%:

$$\frac{85 \cdot 3{,}41}{100} = 2{,}89\ kg\ C_6H_5{-}NO_2.$$

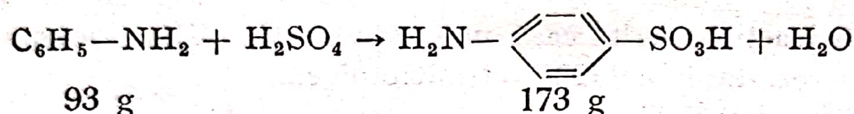
Din ecuația (2) reiese că prin reducerea a 1 kmol (123 kg) $C_6H_5—NO_2$ se obține 1 kmol (93 kg) $C_6H_5—NH_2$. Cantitatea de anilină obținută prin reducerea a 2,89 kg $C_6H_5—NO_2$ este

$$\frac{93 \cdot 2,89}{123} = 2,14 \text{ kg } C_6H_5—NH_2.$$

şi ținînd seamă că randamentul este 98,6% rezultă:

$$\frac{98,6 \cdot 2,14}{100} = 2,11 \text{ kg } C_6H_5—NH_2.$$

475. *Se tratează la cald cu acid sulfuric fumans 50 g de anilină. Să se calculeze randamentul reacției dacă s-au obținut 62 g acid sulfanilic.*



$$C_6H_5—NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow H_2N—C_6H_4—SO_3H + H_2O$$

93 g 173 g

La 1 mol (93 g) anilină corespunde 1 mol (173 g) acid sulfanilic. Dacă randamentul reacției ar fi 100%, din 50 g anilină rezultă:

$$\frac{50 \cdot 173}{93} = 93,01 \text{ g acid sulfanilic.}$$

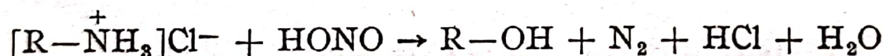
Cum din reacție au rezultat 62 g acid sulfanilic, randamentul este:

$$\eta = \frac{62 \cdot 100}{93,01} = 66,6\%.$$

476. *S-au obținut 46,05 cm³ gaz, măsurat în condiții normale, prin tratare cu acid azotos a 0,225 g clorhidrat al unei amine primare alifatice.*

a) Să se stabilească formula moleculară a aminei.

b) Scrieți structurile aminei primare ce corespund acestei formule moleculare

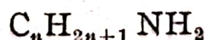


$$[R—\overset{+}{N}H_3]Cl^- + HONO \rightarrow R—OH + N_2 + HCl + H_2O$$

a) Masa unui mol de clorhidrat se obține ținînd seama că $46,05 \cdot 10^{-3}$ l gaz rezultă din 0,225 g clorhidrat. La 22,4 l gaz corespunde masa a 1 mol de clorhidrat, care este:

$$\frac{22,4 \cdot 0,225}{46,05 \cdot 10^{-3}} = 109 \text{ g.}$$

Scăzînd masa de 1 mol (36,5) g HCl se obține:
masa aminei: 109 — 36,5 = 73
Formula moleculară a aminei este:



$$C_nH_{2n+1}NH_2$$

în care C_nH_{2n+1} are masa 73—16= 57.

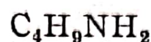
Putem scrie:

$$12\ n + (2n + 1) = 57,$$

de unde rezultă:

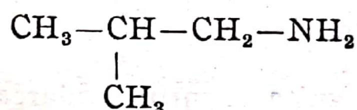
$$n = 4.$$

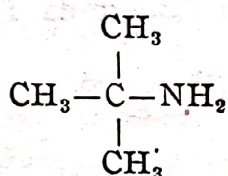
Deci formula moleculară a aminei va fi:



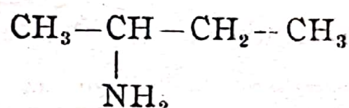
b) Acestei formule îi corespund următoarele structuri:







și



477. *Ce cantitatea de toluen și de acid azotic 80% intră în reacție pentru a se obține 100 kg trinitrotoluen, presupunînd că reacția este totală?*

Răspuns: 40,52 kg toluen; 104,06 kg HNO_3 80%

478. *Se nitrează 100 kg de fenol. Să se determine:*
a) masa de 2, 4, 6 — trinitrofenol (acid picric) obținută, știind că randamentul reacției este 0,75 din cel teoretic;
b) masa de acid azotic care a participat la reacție, dacă este de 1,6 ori mai mare decît cea calculată.

Răspuns: a) 182,7 kg acid picric; *b)* 322 kg HNO_3

479. *Se prepară 100 kg anilină, pornindu-se de la benzen. Să se calculeze:*
a) masa de benzen necesară;
b) cantitatea de acid azotic care participă la reacție;
c) masa de fier care reacționînd cu acidul clorhidric permite obținerea de hidrogen necesar reducerii nitrobenzenului.

Răspuns: a) 83,9 kg C_6H_6; *b)* 67,7 kg HNO_3; *c)* 181 kg Fe

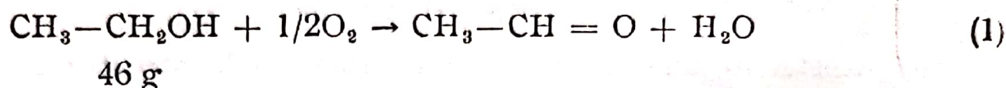
480. *La 200 cm³ de soluție apoasă conținînd 3,5% anilină se adaugă acid clorhidric în exces. Să se calculeze masa sării cristalizată (clorhidrat de anilină), obținută după evaporare.*

Răspuns: 9,74 g $C_6H_5-NH_3Cl$

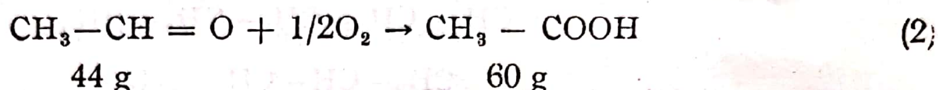
XXIX. Aldehide și cetone

481. *Se oxidează 230 g de etanol. Să se determine:*
a) masa de acetaldehidă obținută, admițînd că reacția este completă;
b) cantitatea de acid acetic care se poate prepara prin oxidarea acestei aldehide.

Au loc reacțiile:



$$CH_3-CH_2OH + 1/2O_2 \rightarrow CH_3-CH=O + H_2O \qquad (1)$$
46 g



$$CH_3-CH=O + 1/2O_2 \rightarrow CH_3-COOH \qquad (2)$$
44 g 60 g

Din ecuațiile reacțiilor rezultă că prin oxidarea a 1 mol (46 g) CH_3-CH_2OH rezultă 1 mol (44 g) $CH_3-CH=O$, care mai departe prin oxidare dă 1 mol (60 g) CH_3-COOH.

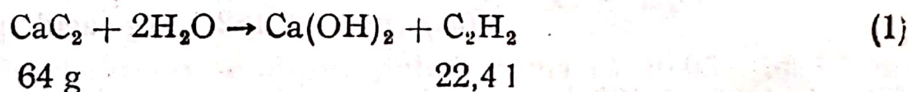
a) Prin oxidarea a 230 g etanol se obține:

$$\frac{230 \cdot 44}{46} = 220 \text{ g } CH_3-CH=O$$

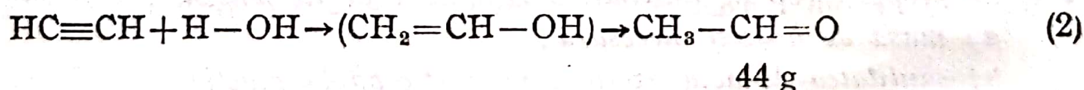
b) Cantitatea de CH_3-COOH obținută prin oxidarea a 220 g $CH_3-CH=O$ este:

$$\frac{230 \cdot 60}{44} = 313{,}6 \text{ g } CH_3-COOH$$

482. *Se tratează cu apă 500 g carbură de calciu de puritate 80%. Să se calculeze:*
a) volumul ocupat în condiții normale de gazul care se degajă;
b) masa produsului obținut prin hidratarea acestui gaz, în prezența unui catalizator, știind că randamentul reacției este 90%.



$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \qquad (1)$$
64 g 22,4 l



$$HC\equiv CH + H-OH \rightarrow (CH_2=CH-OH) \rightarrow CH_3-CH=O \qquad (2)$$
44 g

Cantitatea de CaC_2 care reacționează, ținînd seama de puritate este:

$$500 \ \frac{80}{100} = 400 \text{ g}$$

a) Conform ecuației reacției (1) la 1 mol (64 g) CaC_2 corespunde 1 mol (22,4 l) C_2H_2. Volumul ocupat în condiții normale de C_2H_2 rezultată din 400 g CaC_2 este:

$$\frac{400 \cdot 22{,}4}{64} = 140 \text{ l } C_2H_2$$

b) Din ecuaţia (2) se vede că prin hidratarea a 1 mol (22,4 l) C_2H_2 se obţine 1 mol (44 g) $CH_3-CH=O$.

Intrînd în reacţie 140 l C_2H_2 se obţin:

$$\frac{140 \cdot 44}{22,4} = 275 \text{ g } CH_3-CH=O$$

Cum randamentul este 90%, cantitatea de acetaldehidă obţinută va fi:

$$275 \cdot \frac{90}{100} = 247,5 \text{ g } CH_3-CH=O$$

483. *Prin descompunerea completă a 18 g calcar se obţin 3,38 l bioxid de carbon măsuraţi în condiţii normale. Oxidul de calciu rezultat este tratat cu apă, iar hidroxidul de calciu se neutralizează prin adăugarea unei cantităţi suficiente de acid acetic. După filtrare se evaporă soluţia obţinută şi rezultă un precipitat alb care, prin distilare uscată, dă un lichid organic.*

Admiţînd că transformările se efectuează cu randamentul teoretic, se cere:

a) conţinutul procentual în carbonat de calciu al calcarului;

b) masa de acid acetic folosită la neutralizarea $Ca(OH)_2$;

c) natura şi masa lichidului obţinut prin distilarea uscată a ultimului precipitat.

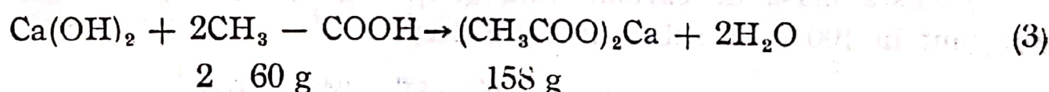
Au loc reacţiile:



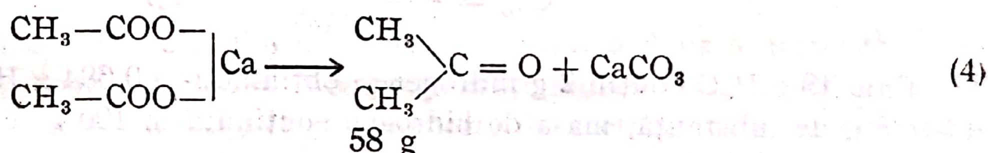
$$\underset{100\text{ g}}{CaCO_3} \rightarrow CaO + \underset{22,4\text{ l}}{CO_2} \quad (1)$$



$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 \quad (2)$$



$$Ca(OH)_2 + \underset{2 \cdot 60\text{ g}}{2CH_3-COOH} \rightarrow \underset{158\text{ g}}{(CH_3COO)_2Ca} + 2H_2O \quad (3)$$



$$(CH_3-COO)_2Ca \longrightarrow \underset{58\text{ g}}{(CH_3)_2C=O} + CaCO_3 \quad (4)$$

a) Din ecuaţia (1) rezultă că la 1 mol (100 g) $CaCO_3$ corespunde 1 mol (22,4 l) CO_2. Cei 3,38 l CO_2 se obţin din:

$$\frac{100 \cdot 3,38}{22,4} = 15 \text{ g } CaCO_3$$

Dacă 18 g calcar conţin 15 g $CaCO_3$, la 100 g calcar corespund:

$$\frac{15 \cdot 100}{18} = 83,3\% \ CaCO_3.$$

b) Din ecuaţiile reacţiilor (1), (2) şi (3) se vede că 1 mol (100 g) $CaCO_3$ reacţionează cu 2 moli (2 · 60 g) CH_3-COOH. Cele 15 g $CaCO_3$ vor intra în reacţie cu:

$$\frac{15 \cdot 120}{100} = 18 \text{ g } CH_3-COOH$$

c) Lichidul obţinut prin distilarea uscată a acetatului de calciu este acetona. Cantitatea de acetat de calciu rezultat este:

$$\frac{158 \cdot 18}{120} = 23{,}7 \text{ g } (CH_3COO)_2Ca$$

Din ecuaţia (4) reiese că prin distilarea uscată a 1 mol (158 g) acetat de calciu se obţine 1 mol (58 g) acetonă. Din 23,7 g acetat rezultă:

$$\frac{58 \cdot 23{,}7}{158} = 8{,}7 \text{ g } CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$$

484. *Prin combustia a 0,735 g de substanţă organică s-au obţinut 1,690 g bioxid de carbon şi 0,684 g apă. Pe de altă parte dizolvînd 1 g de substanţă în 30 g acid acetic se produce o depresiune a punctului de topire egală cu 2,264°. Se cere:*
a) să se determine formula brută a substanţei;
b) care sînt formulele structurale pe care putem să le dăm acestor substanţe, ştiind că atomii de carbon sînt uniţi prin legături simple. Ce proprietăţi permit să deosebim aceste substanţe care au aceeaşi formulă brută.
Constanta crioscopică a acidului acetic: $K_c = 3{,}860$.

a) Calculăm compoziţia procentuală a substanţei:

Ştiim că 44 g de CO_2 conţin 12 g C şi deci masa carbonului conţinută în 1,690 g CO_2 va fi:

$$\frac{12 \cdot 1{,}690}{44}$$

Această masă de carbon fiind conţinută în 0,735 g de substanţă, carbonul conţinut în 100 g de substanţă este deci:

$$C\% = \frac{12 \cdot 1{,}690 \cdot 100}{4 \cdot 0.735} = 62{,}7$$

Cum 18 g H_2O conţin 2 g hidrogen şi obţinîndu-se 0,684 g H_2O prin combustia a 0,735 g de substanţă, masa de hidrogen conţinută în 100 g substanţă este:

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}684 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}735} = 10{,}3$$

Procentul de oxigen se stabileşte prin calcul, scăzînd din 100 suma procentelor celorlalte elemente obţinute din analiză.

$$O\% = 100 - (62{,}7 + 10{,}3) = 27{,}0$$

— Aflăm masa moleculară a substanţei prin metoda criscopică, folosind formula:

$$M = K_c \frac{1\,000 \cdot c}{\Delta t}$$

$$M = \frac{3{,}86 \quad 1\,000 \cdot \frac{1}{30}}{2{,}264} = 57$$

— Fie $C_xH_yO_z$ formula moleculară a substanței, x, y, și z fiind numere întregi. Compoziția unei molecule este deci:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: y
Oxigen: $16\,z$

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{12x}{62,7} = \frac{y}{10,3} = \frac{16z}{27} = \frac{M}{100} = \frac{57}{100}$$

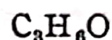
de unde

$$x = \frac{57 \cdot 62,7}{1\,200} = 2,98 \approx 3$$

$$y = \frac{57 \cdot 10,3}{100} = 5,87 \approx 6$$

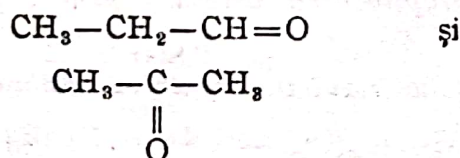
$$z = \frac{57 \cdot 27}{1\,600} = 0,96 \approx 1$$

Formula moleculară a substanței organice este deci:



$$C_3H_6O$$

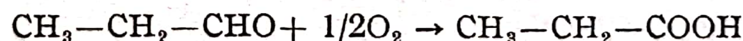
b) Dacă atomii de carbon sînt uniți între ei prin legături simple, formulei C_3H_6O îi corespund două formule structurale:



$$CH_3-CH_2-CH{=}O \qquad \text{și}$$

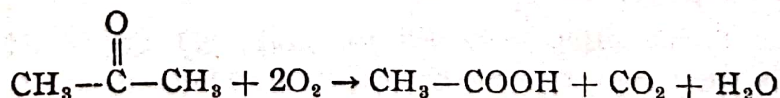
$$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$$

Prima formulă este aceea a aldehidei propionice, iar a doua a acetonei. Aldehida propionică, ca toate aldehidele, are proprietăți reducătoare, ea reduce astfel azotatul de argint amoniacal, ceea ce o deosebește de acetonă, care nu este reducătoare. Aldehida propionică, prin oxidare menajată, dă acidul propionic:



$$CH_3-CH_2-CHO + 1/2O_2 \rightarrow CH_3-CH_2-COOH$$

Sub acțiunea oxidanților puternici, cum este amestecul de bicromat de potasiu și acid sulfuric se rupe molecula de acetonă și se formează acid acetic și bioxid de carbon:



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2O_2 \rightarrow CH_3-COOH + CO_2 + H_2O$$

485. *Se oxidează 10 cm^3 de metanol cu densitatea 0,8 g/cm^3 și se obțin 300 cm^3 soluție de formaldehidă 2,25%. Care este randamentul reacției de oxidare?*

Răspuns: 90%

486. *Se prepară acetaldehidă prin dehidrogenarea a 2,3 kg etanol. Să se determine:*
a) masa de acetaldehidă obținută;
b) masa de acid acetic care se poate obține prin oxidarea acestei aldehide.

Răspuns: a) 2,2 kg $CH_3-CH=O$
b) 3 kg CH_3-COOH

487. *Se tratează cu apă 800 g carbură de calciu conținînd 20% impurități. Ce volum, măsurat la 0° și 1 atm, ocupă acetilena rezultată? Din acetilenă prin adiția apei în prezența unui catalizator se obține acetaldehida. Ce masă de acetaldehidă se obține dacă randamentul reacției este 90%?*

Răspuns: 224 l C_2H_2; 396 g $CH_3-CH=O$

488. *Se tratează o soluție de acetaldehidă cu un exces de soluție Fehling. Precipitatul roșu-arămiu rezultat spălat și uscat cîntărește 7,16 g. Calculați masa de acetaldehidă conținută în soluție.*

Răspuns: 2,20 g $CH_3-CH=O$

489. *Se poate prepara acetona industrial prin distilarea uscată a acetatului de calciu la circa 400° și prin oxidarea izopropilbenzenului: Se cere:*
a) masa de acetonă care se obține din acetatul de calciu rezultat prin neutralizarea hidroxidului de calciu cu 36 kg acid acetic;
b) masa de izopropilbenzen necesară pentru prepararea aceleași cantități de acetonă;
c) cantitatea de fenol rezultată o dată cu acetona prin metoda a doua.

Răspuns: a) 17,4 kg acetonă;
b) 36 kg izopropilbenzen;
c) 28,2 kg fenol

490. *Se ard 0,44 g dintr-o substanță organică, fără azot și se obțin 0,88 g bioxid de carbon și 0,36 g apă. Să se determine:*
a) compoziția procentuală;
b) formula cea mai simplă care i se poate atribui;
c) formula structurală, cunoscîndu-se că prin oxidarea sa se obține un acid monocarboxilic a cărui sare de argint conține 64,7% argint;
d) densitatea vaporilor acestei substanțe în raport cu aerul.

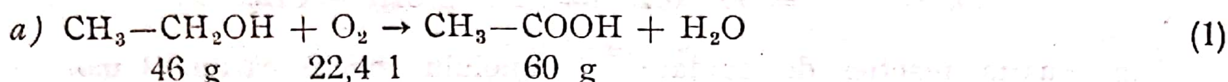
Răspuns: a) C% = 54,5; H% = 9,1;
O% = 36,4
b) $(C_2H_4O)_n$
c) $CH_3-CH=O$;
d) 1,52

XXX. Acizi carboxilici

491. *Pentru a obține acid acetic se oxidează cu aer 200 g etanol, în prezența unui catalizator. Să se calculeze:*

a) volumul de aer, măsurat în condiții normale, care a fost folosit, presupunînd randamentul reacției 80% din cel teoretic;

b) masa de acetat de aluminiu ce s-ar fi putut obține, tratînd cationul de aluminiu cu acidul acetic rezultat.



a) $CH_3-CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3-COOH + H_2O$ (1)

46 g 22,4 l 60 g

Pentru oxidarea a 1 mol (46 g) CH_3-CH_2OH este necesar 1 mol (22,4 l) O_2. Intrînd în reacție 200 g CH_3-CH_2OH, vor trebui:

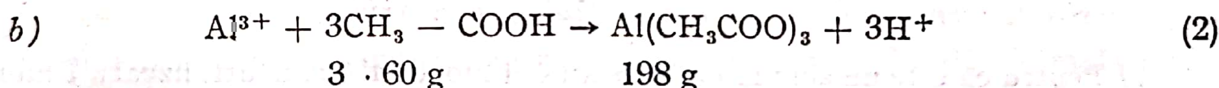
$$\frac{200 \cdot 22{,}4}{46} = 97{,}4 \text{ l } O_2$$

Aerul conținînd, în volume, 20% O_2, volumul de aer corespunzător a 97,4 l O_2 este:

$$\frac{97{,}4 \cdot 100}{20} = 487 \text{ l aer}$$

și ținînd seama de randamentul reacției:

$$487 \cdot \frac{100}{80} = 608{,}7 \text{ l aer}$$



b) $Al^{3+} + 3CH_3-COOH \rightarrow Al(CH_3COO)_3 + 3H^+$ (2)

3 · 60 g 198 g

Conform ecuației (1), prin oxidarea a 1 mol (46 g) CH_3-CH_2OH se obține 1 mol (60 g) CH_3-COOH. Prin oxidarea a 200 g CH_3-CH_2OH rezultă:

$$\frac{200 \cdot 60}{46} = 26 \text{ g } CH_3-COOH$$

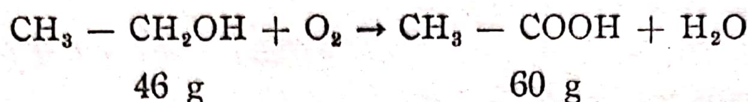
și cum randamentul reacției este 80%:

$$26 \cdot \frac{80}{100} = 22{,}8 \text{ g } CH_3-COOH$$

Ținînd seama de ecuația (2), rezultă că reacționînd 3 moli (3 · 60 g) CH_3-COOH asupra cationului de aluminiu, se obține 1 mol (198 g) $Al(CH_3COO)_3$. Cantitatea de acetat ce rezultă prin intrarea în reacție a 22,8 g CH_3-COOH este:

$$\frac{22{,}8 \cdot 198}{3 \cdot 60} = 25{,}08 \text{ g } Al(CH_3COO)_3$$

492. *Un vin conținînd la litru 90 cm³ etanol se transformă în oțet. Care este cea mai mare concentrație care poate să o aibă oțetul produs? Se va exprima această concentrație în grame de acid acetic liber la litru.*
Densitatea alcoolului este 0,795 g/cm³.



$$CH_3 - CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3 - COOH + H_2O$$
$$46\ g \qquad\qquad\qquad 60\ g$$

Masa etanolului pe care o conține 1 l de vin o obținem din formula:

$$m = V \quad \rho = 90 \cdot 0{,}795 = 71{,}55\ g\ CH_3 - CH_2OH$$

Din ecuația reacției de oxidare a etanolului reiese că din 1 mol (46 g) $CH_3 - CH_2OH$ se obține 1 mol (60 g) $CH_3 - COOH$. Intrînd în reacție 71,55 g $CH_3 - CH_2OH$ rezultă:

$$\frac{71{,}55 \cdot 60}{46} = 93{,}32\ g\ CH_3 - COOH \text{ la litru}$$

493. *Avem o soluție apoasă a unui acid monocarboxilic saturat. Pentru a-l neutraliza dispunem de o soluție hidroxid de potasiu conținînd 0,75 moli la litru. Se constată că pentru a neutraliza 15 cm³ de soluție acidă sînt necesari 40 cm³ de soluție bazică.*
Se cere:

a) concentrația în moli la litru de soluție acidă;

b) să se stabilească formula brută și formula structurală a acidului, cunoscînd că analiza chimică a 0,200 g din acest acid a dat 0,293 g bioxid de carbon și 0,120 g apă. Densitatea vaporilor acestui acid în raport cu aerul este 2,1 și este format numai din carbon, hidrogen și oxigen.

a) Pentru că este un acid monocarboxilic, 1 mol de KOH neutralizează 1 mol din acest acid.

Cei 40 cm³ de soluție bazică folosiți conțin:

$$\frac{0{,}75 \cdot 40}{1\,000} = 0{,}03 \text{ moli KOH}$$

și vor neutraliza 0,03 moli de acid conținuți în 15 cm³ de soluție. Un litru de soluție de acid conține

$$\frac{0{,}03 \cdot 1\,000}{15} = 2 \text{ moli}$$

Deci soluția acidă conține 2 moli de acid la litru.

b) După legea lui Avogadro, masa moleculară este egală cu produsul dintre densitatea vaporilor și 28,9 ; deci:

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \quad 2{,}1 \approx 60$$

Din rezultatele analizei calculăm compoziția procentuală a substanței:

$$C\% = \frac{12 \cdot 0,293 \cdot 100}{44 \cdot 0,200} = 39,95$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0,120 \cdot 100}{18 \cdot 0,200} = 6,67$$

$$O\% = 100 - (39,95 + 6,67) = 53,38$$

Fie $C_xH_yO_z$ formula moleculară a substanței, unde x, y și z sînt numere întregi. Compoziția moleculară a substanței este:

Carbon : $12x$

Hidrogen : y

Oxigen : $16x$

Scriem că există proporționalitate între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{12x}{39,95} = \frac{y}{6,67} = \frac{16z}{53,38} = \frac{12x + y + 16z}{100} = \frac{60}{100}$$

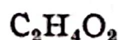
rezultă:

$$x = \frac{60 \cdot 39,95}{1\,200} \approx 2$$

$$y = \frac{60 \cdot 6,67}{100} \approx 4$$

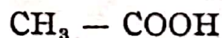
$$z = \frac{60 \cdot 53,38}{1\,600} \approx 2$$

Formula brută a acidului este deci:



$$C_2H_4O_2$$

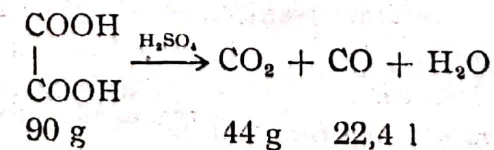
Cum acizii monocarboxilici conțin o grupă carboxil —COOH, formula structurală a acidului este:



$$CH_3 - COOH$$

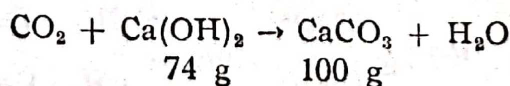
Acidul monocarboxilic este acidul acetic.

494. *Se descompune prin încălzire cu acid sulfuric concentrat 7,2 g acid oxalic anhidru, obținîndu-se două substanțe gazoase. Amestecul acestor două gaze este trecut printr-o soluție de hidroxid de calciu 1%. Să se determine:*
a) cantitatea de soluție hidroxid de calciu 1% care reține complet unul din gaze;
b) volumul și densitatea în raport cu aerul a gazului neabsorbit.



$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} \xrightarrow{H_2SO_4} CO_2 + CO + H_2O$$

90 g — 44 g — 22,4 l



$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$

74 g — 100 g

a) Din ecuaţiile reacţiilor se observă că la 1 mol (90 g) acid oxalic corespund 1 mol (44 g) CO_2 şi 1 mol (74 g) $Ca(OH)_2$. Descompunînd 7,2 g acid oxalic, vor fi necesare pentru absorbţia CO_2:

$$\frac{7{,}2 \cdot 74}{90} = 5{,}92 \text{ g } Ca(OH)_2$$

Deoarece $Ca(OH)_2$ folosit este în soluţie de concentraţie 1%, cele 5,92 g $Ca(OH)_2$ se vor găsi în:

$$5{,}92 \cdot \frac{100}{1} = 592 \text{ g soluţie } Ca(OH)_2 \ 1\%$$

b) Cum prin descompunerea a 90 g acid oxalic se obţin 22,4 l CO, din 7,2 g acid oxalic rezultă:

$$\frac{7{,}2 \cdot 22{,}4}{90} = 1{,}79 \text{ l CO}$$

Densitatea CO în raport cu aerul este:

$$d = \frac{M}{28{,}9} = \frac{28}{28{,}9} = 0{,}96$$

495. *Din 0,5 g substanţă organică conţinînd carbon, hidrogen şi oxigen s-au obţinut, prin combustie completă, 0,4888 g bioxid de carbon şi 0,1 g apă. Masa moleculară a substanţei este 90. Să se determine:*
a) compoziţia procentuală;
b) formula moleculară;
c) formula structurală ştiind că pentru a neutraliza 1 mol de substanţă trebuiesc 2 moli de hidroxid de sodiu.

Răspuns: a) C% = 26,66, H% 2,22%, O% 71,12; *b)* $C_2H_2O_4$; *c)*
COOH
|
COOH

496. *La analiza unui oţet de vin, pentru a neutraliza 100 cm³ au fost necesari 12 cm³ hidroxid de sodiu 1 n. Să se calculeze:*
a) masa de acid acetic conţinută la 1 l de soluţie;
b) masa de etanol care prin oxidare completă ar putea da această cantitate de acid acetic.

Răspuns: a) 72 g CH_3-COOH; *b)* 55,2 g CH_3-CH_2OH

497. *Pentru sinteza acidului succinic s-au folosit 56 m³ de etenă, măsuraţi în condiţii normale de temperatură şi presiune. Admiţînd că reacţiile au loc cu randament egal cu cel teoretic să se calculeze masa produşilor intermediari care participă în reacţii şi masa acidului succinic rezultat.*

Răspuns: 465 kg CH_2Br-CH_2Br; 195 kg $CH_2-C\equiv N$ | $CH_2-C\equiv N$; 295 kg CH_2-COOH | CH_2-COOH

XXXI. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici

498. *Un ester a fost obținut făcînd să reacționeze etanolul asupra unui acid organic A. Analiza elementară a 0,660 g din acest ester dă 1,32 g bioxid de carbon și 0,54 g apă. Densitatea vaporilor esterului în raport cu aerul fiind egală cu 3, să se stabilească :*

a) formula brută și formula de structură a esterului ;

b) formula moleculară a acidului.

a) Compoziția procentuală a acidului este :

$$C\% = \frac{12 \cdot 1{,}32 \cdot 100}{44 \cdot 0{,}66} = 54{,}5$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}54 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}66} = 9{,}1$$

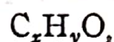
Oxigenul se obține prin diferență

$$O\% = 100 - (54{,}5 + 9{,}1) = 36{,}4$$

După legea lui Avogardo, masa moleculară apropiată a substanței este

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 3 = 86{,}7 \approx 87$$

Fie formula moleculară a esterului :



$$C_xH_yO_z$$

x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este :

Carbon : $12\ x$
Hidrogen : y
Oxigen : $16\ z$

Scriem proporționalitățile între compoziția moleculară și compoziția procentuală :

$$\frac{12x}{54{,}5} = \frac{y}{9{,}1} = \frac{16z}{36{,}4} = \frac{M}{100} = \frac{87}{100}$$

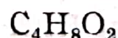
De unde :

$$x = \frac{87 \cdot 54{,}5}{1\,200} \approx 4$$

$$y = \frac{87 \cdot 9{,}1}{100} \approx 8$$

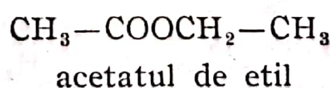
$$z = \frac{87 \cdot 36{,}4}{1\,600} \approx 2$$

Esterul are formula :



$$C_4H_8O_2$$

Cum este un ester al CH_3-CH_2OH, formula trebuie să conțină grupa $-COOCH_2CH_3$ și deci formula de structură este :



$$CH_3-COOCH_2-CH_3$$

acetatul de etil

XXXI. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici

498. *Un ester a fost obținut făcînd să reacționeze etanolul asupra unui acid organic A. Analiza elementară a 0,660 g din acest ester dă 1,32 g bioxid de carbon și 0,54 g apă. Densitatea vaporilor esterului în raport cu aerul fiind egală cu 3, să se stabilească:*

a) formula brută și formula de structură a esterului;

b) formula moleculară a acidului.

a) Compoziția procentuală a acidului este:

$$C\% = \frac{12 \cdot 1{,}32 \cdot 100}{44 \cdot 0{,}66} = 54{,}5$$

$$H\% = \frac{2 \cdot 0{,}54 \cdot 100}{18 \cdot 0{,}66} = 9{,}1$$

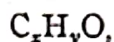
Oxigenul se obține prin diferență

$$O\% = 100 - (54{,}5 + 9{,}1) = 36{,}4$$

După legea lui Avogardo, masa moleculară apropiată a substanței este

$$M = 28{,}9 \cdot d = 28{,}9 \cdot 3 = 86{,}7 \approx 87$$

Fie formula moleculară a esterului:



$$C_xH_yO_z$$

x, y și z fiind numere întregi. Compoziția moleculară este:

Carbon: $12\,x$
Hidrogen: y
Oxigen: $16\,z$

Scriem proporționalitățile între compoziția moleculară și compoziția procentuală:

$$\frac{12x}{54{,}5} = \frac{y}{9{,}1} = \frac{16z}{36{,}4} = \frac{M}{100} = \frac{87}{100}$$

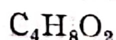
De unde:

$$x = \frac{87 \cdot 54{,}5}{1\,200} \approx 4$$

$$y = \frac{87 \cdot 9{,}1}{100} \approx 8$$

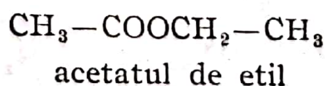
$$z = \frac{87 \cdot 36{,}4}{1\,600} \approx 2$$

Esterul are formula:



$$C_4H_8O_2$$

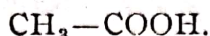
Cum este un ester al $CH_3{-}CH_2OH$, formula trebuie să conțină grupa $-COOCH_2CH_3$ și deci formula de structură este:



$$CH_3{-}COOCH_2{-}CH_3$$

acetatul de etil

b) Acidul A este:



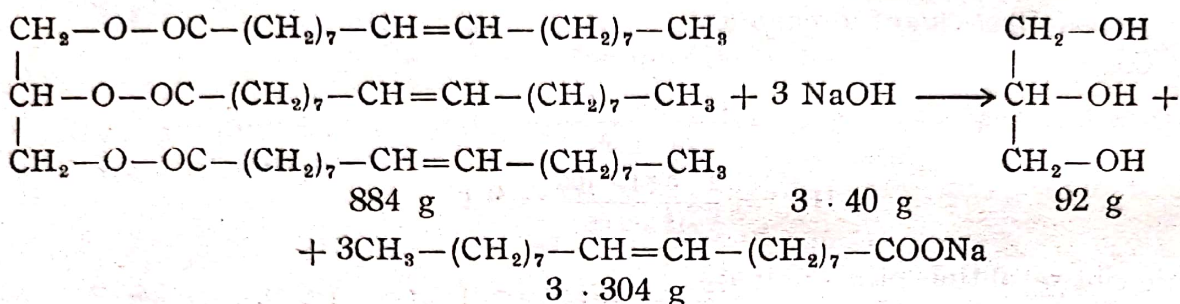
$$CH_3-COOH.$$

499. *Se tratează 1 kg trioleină, în condiții corespunzătoare, cu hidroxid de sodiu. Să se determine:*

a) masa săpunului obținut, dacă acesta conține 75% oleat de sodiu și 25% apă;

b) masa de glicerină care rezultă;

c) masa sodei caustice folosite.



$$\begin{array}{l} CH_2-O-OC-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-CH_3 \\ | \\ CH-O-OC-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-CH_3 + 3\,NaOH \longrightarrow \\ | \\ CH_2-O-OC-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-CH_3 \end{array} \begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH + \\ | \\ CH_2-OH \end{array}$$

884 g 3 · 40 g 92 g

$$+\,3CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COONa$$

3 · 304 g

1 mol (884 g) trioleină reacționează cu 3 moli (3 · 40 g) NaOH și rezultă 3 moli (3 · 304 g) oleat de sodiu și un mol (92 g) glicerină.

a) Masa oleatului de sodiu ce rezultă pornind de la 1 000 g trioleină este:

$$\frac{3 \cdot 304 \cdot 1\,000}{884} = 1\,038 \text{ g.}$$

Săpunul obținut conține 25% apă, înseamnă că 100 g săpun conțin 75 g oleat de sodiu. Masa săpunului va fi:

$$\frac{100 \cdot 1\,038}{75} = 1\,389{,}3 \text{ g}$$

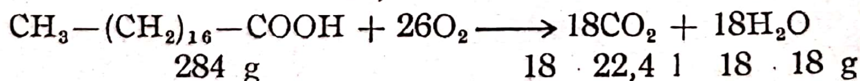
b) Masa de glicerină obținută:

$$\frac{92 \cdot 1\,000}{884} = 104 \text{ g}$$

c) Masa de NaOH folosită:

$$\frac{120 \cdot 1\,000}{884} = 136 \text{ g.}$$

500. *Se ard complet 30 g de lumînare formată exclusiv din acid stearic. Să se determine volumul de bioxid de carbon și masa vaporilor de apă rezultați din această ardere.*



$$CH_3-(CH_2)_{16}-COOH + 26O_2 \longrightarrow 18CO_2 + 18H_2O$$

284 g 18 · 22,4 l 18 · 18 g

Din ecuația reacției reiese că 1 mol (284 g) acid stearic dă prin ardere 18 moli (18 · 22,4 l) CO_2 și 18 moli (18 · 18 g) H_2O.

Din 30 g acid stearic vor rezulta:

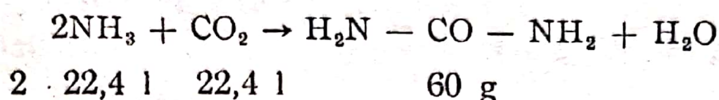
$$\frac{30 \cdot 18 \cdot 22{,}4}{284} = 42{,}5 \text{ l } CO_2$$

$$\frac{30 \cdot 18 \cdot 18}{284} = 34{,}2 \text{ g } H_2O$$

501. *Ureea se obține prin acțiunea bioxidului de carbon asupra amoniacului la 150°C și 50 atm. Se fabrică 1 tonă de uree, să se determine:*

a) volumul substanțelor intrate în reacție;

b) dacă bioxidul de carbon necesar provine din fermentarea glucozei, ce cantitate de glucoză este necesară.



$$2NH_3 + CO_2 \rightarrow H_2N - CO - NH_2 + H_2O$$
$$2 \cdot 22{,}4\ l \quad 22{,}4\ l \qquad 60\ g$$

a) Din ecuația reacției rezultă că se obține 1 mol (60 g) uree prin reacția a 2 moli (2 22,4 l) NH_3 cu 1 mol (22,4 l) CO_2.

Pentru fabricarea a 1 t = 10^6 g uree vor fi necesari:

$$\frac{10^6 \cdot 2 \cdot 22{,}4}{60} = 746 \quad 10^3\ l\ NH_3$$

și

$$\frac{10^6 \cdot 22{,}4}{60} = 371 \quad 10^3\ l\ CO_2$$

Volumele gazelor reactante, în condițiile reacției, le obținem folosind formula:

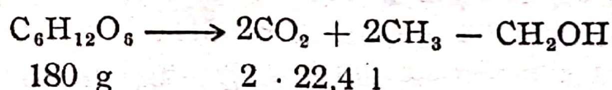
$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \text{de unde} \quad V = \frac{p_0 V_0}{T_0} \quad \frac{T}{p}$$

Rezultă

$$V_{NH_3} = \frac{1 \cdot 746 \cdot 10^3 \quad 423}{273 \cdot 50} = 23{,}1 \quad 10^3\ l = 23{,}1\ m^3$$

$$V_{CO_2} = \frac{1 \cdot 371 \cdot 10^3 \cdot 423}{273 \cdot 50} = 11{,}5\ m^3$$

b) Din ecuația reacției:



$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2CH_3 - CH_2OH$$
$$180\ g \qquad 2 \cdot 22{,}4\ l$$

se vede că la 1 kmol (180 kg) glucoză corespund 2 kmoli (2 · 22,4 m^3)CO_2. Pentru obținerea a 371 m^3CO_2, care intră în reacție pentru a rezulta 1 tonă uree, vor fi necesare:

$$\frac{371 \cdot 180}{2 \cdot 22{,}4} = 745\ \text{kg glucoză}$$

502. *Se tratează 50 g acetat de etil cu o soluție de hidroxid de sodiu. Care sînt masele produselor formate din reacție?*

Răspuns: 26,15 g etanol; 46,6 g acetat de sodiu

503. *Se fabrică 1 t stearat de sodiu (săpun) cu un conținut de 8,2% apă. Să se calculeze :*

a) masa de stearină care a participat la reacție;

b) cantitatea de hidroxid de sodiu 40% folosită;

c) masa de glicerină care rezultă.

Răspuns : a) 890 kg stearină ;
b) 300 kg NaOH 40% ;
c) 92 kg glicerină

504. *O soluție care conține 6 g uree în 50 g apă se solidifică la —3,7°. Să se determine masa moleculară a ureei.*

Constanta crioscopică a apei este 1,87°.

Răspuns : 60

XXXII. Hidrați de carbon

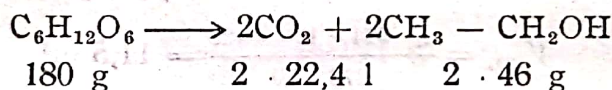
505. *Prin fermentarea a 135 g glucoză s-au obținut 28,56 l bioxid de carbon măsurați în condiții normale. Să se determine :*

a) cu ce randament s-a lucrat;

b) cîți cm³ de etanol s-au obținut. Densitatea alcoolului este 0,795 g/cm³;

c) cantitatea de soluție de hidroxid de calciu 5% care absoarbe bioxidul de carbon și masa de carbonat de calciu rezultat din reacție.

Are loc reacția:



$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2CO_2 + 2CH_3-CH_2OH$$
$$180\text{ g} \qquad 2\cdot 22{,}4\text{ l} \qquad 2\cdot 46\text{ g}$$

a) Din ecuația reacției rezultă că prin fermentarea a 1 mol (180 g) glucoză se obțin 2 moli (2 · 22,4 l) CO_2 și 2 moli (2 · 46 g) CH_3-CH_2OH.

Conform ecuației, din 135 g glucoză rezultă :

$$\frac{135\cdot 2\cdot 22{,}4}{180} = 33{,}6\text{ l } CO_2.$$

Obținîndu-se însă 28,56 l CO_2, randamentul reacției este :

$$\eta = \frac{28{,}56}{33{,}6}\cdot 100 = 85\%$$

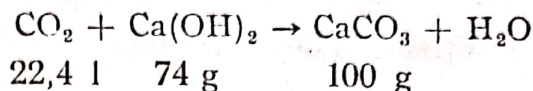
b) Deoarece la 2 moli (2 · 22,4 l)CO_2 corespund 2 moli (2 · 46 g) CH_3-CH_2OH, rezultînd din reacție 28,56 l CO_2 cantitatea de etanol care s-a obținut este :

$$\frac{28{,}56\cdot 2\cdot 46}{2\cdot 22{,}4} = 58{,}6\text{ g } CH_3-CH_2OH$$

și are volumul :

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{58{,}6}{0{,}795} = 73{,}7\text{ cm}^3.$$

c) Din ecuaţia reacţiei:



$$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$$
$$22{,}4\ l \quad 74\ g \qquad 100\ g$$

reiese că 1 mol (22,4 l) CO_2 reacţionează cu 1 mol (74 g) $Ca(OH)_2$, cei 28,56 l CO_2 vor fi absorbiţi de:

$$\frac{28{,}56 \cdot 74}{22{,}4} = 94{,}3\ g\ Ca(OH)_2.$$

Cantitatea de soluţie $Ca(OH)_2$ 5% corespunzătoare va fi:

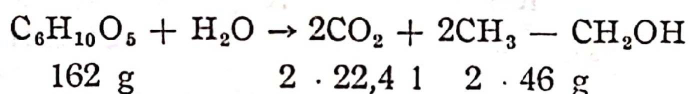
$$\frac{94{,}3 \cdot 100}{5} = 1\,886\ g\ \text{soluţie}\ Ca(OH)_2\ 5\%.$$

Intrînd în reacţie cu $Ca(OH)_2$ 1 mol (22,4 l) CO_2 se obţine 1 mol (100 g) $CaCO_3$. Masa $CaCO_3$ rezultat din reacţia a 28,56 l CO_2 este:

$$\frac{28{,}56 \cdot 100}{22{,}4} = 127{,}5\ g\ CaCO_3.$$

506. *În urma proceselor de zaharificare şi fermentare a amidonului s-au obţinut 67,2 l bioxid de carbon măsuraţi în condiţii normale. Să se calculeze:*
a) masa amidonului intrată în reacţie;
b) cantitatea de etanol care rezultă din reacţie.

Scriem ecuaţia reacţiei simplificat, referindu-ne la o unitate structurală:



$$C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 2CO_2 + 2CH_3 - CH_2OH$$
$$162\ g \qquad 2 \cdot 22{,}4\ l \quad 2 \cdot 46\ g$$

Dacă participă la reacţie 1 mol (162 g) $C_6H_{10}O_5$ se obţin 2 moli (2 · 22,4 l) CO_2

a) Obţinîndu-se prin fermentare 67,2 l CO_2, masa amidonului intrată în reacţie este:

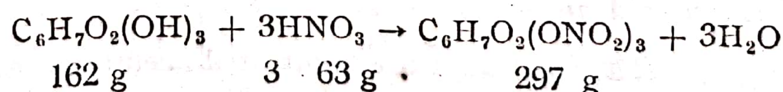
$$\frac{67{,}2 \cdot 162}{44{,}8} = 243\ g\ \text{amidon}.$$

b) Din ecuaţia reacţiei reiese că prin zaharificarea şi fermentarea a 1 mol (162 g) amidon rezultă 2 moli (2 · 46 g) CH_3-CH_2OH. Participînd la reacţie 243 g amidon se obţin:

$$\frac{243 \cdot 46 \cdot 2}{162} = 138\ g\ CH_3 - CH_2OH.$$

507. *Se obţine din celuloză 300 g trinitrat de celuloză. Să se determine:*
a) masa de acid azotic 99% necesară;
b) masa de celuloză intrată în reacţie, dacă randamentul reacţiei este 85%.

Are loc reacţia:



$$C_6H_7O_2(OH)_3 + 3HNO_3 \rightarrow C_6H_7O_2(ONO_2)_3 + 3H_2O$$
$$162\ g \qquad 3 \cdot 63\ g \qquad 297\ g$$

a) Se vede din ecuaţia reacţiei, scrisă pentru o unitate structurală, că reacţionînd cu celuloza 3 moli (3 · 63 g)HNO_3, se obţine 1 mol (297 g)$C_6H_7O_2(ONO_2)_3$. Masa de HNO_3 necesară obţinerii a 300 g trinitrat de celuloză este:

$$\frac{300 \cdot 3 \cdot 63}{297} = 191 \text{ g } HNO_3$$

care corespunde la:

$$\frac{191 \cdot 100}{99} = 193 \text{ g } HNO_3 \text{ } 99\%.$$

b) Conform ecuaţiei reacţiei; 1 mol (297 g) trinitrat de celuloză se obţine prin nitrarea a 1mol (162 g) celuloză, 300 g trinitrat vor rezulta din:

$$\frac{300 \cdot 162}{297} = 163{,}6 \text{ g celuloză}$$

şi cum randamentul reacţiei este 85%, vor fi necesare:

$$\frac{163{,}6 \cdot 100}{85} = 192{,}4 \text{ g celuloză.}$$

508. *Se oxidează 2 g de glucoză cu oxid cupric. Să se calculeze:*
a) masa de oxid cupric care participă la reacţie;
b) cantitatea de oxid cupros roşu rezultat prin reducerea oxidului cupric;
c) masa de acid gluconic care s-a obţinut prin oxidarea glucozei.

Răspuns: a) 1,76 g CuO; *b)* 1,6 g Cu_2O; *c)* 2,18 g $(CH_2OH-(CHOH)_4-COOH$

509. *Prin fermentarea glucozei s-au obţinut 367,5 l etanol cu densitatea 0,795 g/cm³. Randamentul reacţiei fiind 85% să se determine:*
a) masa de glucoză care a fost necesară;
b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat în condiţii normale de temperatură şi presiune.

Răspuns: a) 675 kg glucoză; *b)* 142,8 m^3CO_2

510. *În procesul de zaharificare şi fermentare al amidonului au fost folosite 972 kg de amidon. Admiţînd că randamentul este 80%, se cere:*
a) volumul alcoolului obţinut, densitatea sa fiind 0,795 g/cm³;
b) volumul de bioxid de carbon rezultat, măsurat la 0° şi 1 atm.

Răspuns: a) 969,3 l CH_3-CH_2OH; *b)* 268,8 l CO_2

511. *Acţionează 965 kg acid azotic 99% asupra celulozei. Dacă randamentul reacţiei este 85% să se calculeze:*
a) masa de trinitrat de celuloză obţinută;
b) masa de celuloză intrată în reacţie.

Răspuns: a) 1,5 t trinitrat de celuloză; *b)* 962 kg celuloză

Tabel cu numerele atomice, simbolurile și masele atomice relative ale elementelor

Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică	Nr. atomic	Element	Simbol	Masa atomică
89	Actiniu	Ac	[227]	25	Mangan	Mn	54,9380
13	Aluminiu	Al	26,9815	101	Mendeleviu	Md	[256]
95	Americiu	Am	[243]	80	Mercur	Hg	200,59
51	Antimoniu	Sb	121,75	42	Molibden	Mo	95,94
47	Argint	Ag	107,870	60	Neodim	Nd	144,24
18	Argon	Ar	39,948	10	Neon	Ne	20,183
33	Arsen	As	74,9216	93	Neptuniu	Np	[237]
85	Astatin	At	[210]	28	Nichel	Ni	58,71
79	Aur	Au	196,976	41	Niobiu	Nb	92,906
7	Azot	N	14,0067	102	Nobeliu	No	[254]
56	Bariu	Ba	137,37	76	Osmiu	Os	190,2
97	Beriliu	Be	9,0122	8	Oxigen	O	15,9994
4	Berkeliu	Bk	[249]	46	Paladiu	Pd	106,4
83	Bismut	Bi	208,980	78	Platină	Pt	195,09
5	Bor	B	10,811	82	Plumb	Pb	207,19
35	Brom	Br	79,909	94	Plutoniu	Pu	[242]
48	Cadmiu	Cd	112,40	84	Poloniu	Po	[210]
20	Calciu	Ca	40,08	19	Potasiu	K	39,102
98	Californiu	Cf	[251]	59	Praseodim	Pr	140,907
6	Carbon	C	12,01115	61	Prometiu	Pm	[147]
58	Ceriu	Ce	140,12	91	Protactiniu	Pa	[231]
55	Cesiu	Cs	132,905	88	Radiu	Ra	[226]
17	Clor	Cl	35,453	86	Radon	Rn	[222]
27	Cobalt	Co	58,9332	75	Reniu	Re	186,2
24	Crom	Cr	51,996	45	Rodiu	Rh	102,905
29	Cupru	Cu	63,54	37	Rubidiu	Rb	85,47
96	Curiu	Cm	[247]	44	Ruteniu	Ru	101,07
66	Disprosiu	Dy	162,50	62	Samariu	Sm	150,35
99	Einsteiniu	Es	[254]	21	Scandiu	Sc	44,956
68	Erbiu	Er	167,26	34	Seleniu	Se	78,96
63	Europiu	Eu	151,96	14	Siliciu	Si	28,086
26	Fermiu	Fm	[253]	11	Sodiu	Na	22,9898
100	Fer	Fe	55,847	50	Staniu	Sn	118,69
9	Fluor	F	18,9984	38	Stronțiu	Sr	87,62
15	Fosfor	P	30,9738	16	Sulf	S	32,064
87	Franciu	Fr	[223]	81	Taliu	Tl	204,37
64	Gadoliniu	Gd	157,25	73	Tantal	Ta	180,948
31	Galiu	Ga	69,72	43	Tehnețiu	Tc	[99]
32	Germaniu	Ge	72,59	52	Telur	Te	127,60
72	Hafniu	Hf	178,49	65	Terbiu	Tb	158,924
2	Heliu	He	4,0026	22	Titan	Ti	47,90
1	Hidrogen	H	1,00797	90	Toriu	Th	232,038
67	Holmiu	Ho	164,930	69	Tuliu	Tm	168,934
49	Indiu	In	114,82	92	Uraniu	U	238,03
53	Iod	I	126,9044	23	Vanadiu	V	50,942
77	Iridiu	Ir	192,2	74	Wolfram	W	183,85
36	Kripton	Kr	83,80	54	Xenon	Xe	131,30
57	Lantan	La	139,81	70	Yterbiu	Yb	173,04
103	Lawrenciu	Lw	[257]	39	Ytriu	Y	88,905
3	Litiu	Li	6,939	30	Zinc	Zn	65,37
71	Lutețiu	Lu	174,97	40	Zirconiu	Zr	91,22
12	Magneziu	Mg	24,312				

Cuprinsul

Coli de tipar 12.



Întreprinderea Poligrafică Cluj
Str. Brassai 5—7
Republica Socialistă România
Comanda nr. 330/971—6591